



**GESTION DES TERRES DANS LE COMPLEXE  
IRRIGUE DE LA COMPAGNIE SUCRIERE  
SENEGALAISE A RICHARD-TOLL**

**RAPPORT DE LA MISSION DE CONSEIL  
AGROPEDOLOGIQUE  
(27 MARS - 3 AVRIL 1995)**

**M. BROUWERS**  
Avril-Mai 1995

Unité de recherche : Facteurs et Conditions du Milieu  
Programmes : Canne à sucre/Systèmes Irrigués



**GESTION DES TERRES DANS LE COMPLEXE  
IRRIGUE DE LA COMPAGNIE SUCRIERE  
SENEGALAISE A RICHARD-TOLL**

**RAPPORT DE LA MISSION DE CONSEIL  
AGROPEDOLOGIQUE  
(27 MARS - 3 AVRIL 1995)**

**M. BROUWERS**  
Avril-Mai 1995

Unité de recherche : Facteurs et Conditions du Milieu  
Programmes : Canne à sucre/Systèmes Irrigués

## SOMMAIRE

<b>RESUME</b>	4
<b>REMARQUES LIMINAIRES</b>	4
<b>I. - INTRODUCTION</b>	5
1.1. - Cadre et objectifs de la mission	5
1.2. - Déroulement	5
<b>II. - PRESENTATION DU COMPLEXE</b>	7
2.1. - Généralités	7
2.2. - Les sols du complexe	7
2.2.1. - Les grands ensembles morphopédologiques	11
2.2.2. - Les principaux types de sol : au passé et au présent	12
2.3. - La culture de la canne	13
2.3.1. - La plantation	13
2.3.2. - Pendant le cycle et la récolte	14
2.3.3. - Conduite des repousses	14
2.4. - L'irrigation et le drainage	14
2.4.1. - Leur réalisation	14
2.4.2. - La réserve en eau utile (RU) des sols	15
2.5. - Suivi de la fertilité et de la salinité des sols	15
<b>III. - PROBLEMES RAPPORTES ET OBSERVES : ANALYSE ET PROPOSITIONS</b>	16
3.1. - La canne (et cultures diversifiées) irriguée par pivomatique	16
3.2. - Le défonçage des sols au ripper - alternatives	17
3.2.1. - Les sols sableux	17
3.2.2. - Les sols argileux	18
3.2.3. - L'humidité du sol au moment de l'intervention	18
3.2.4. - Autres techniques de décompactage	18

3.3. - Salinisation et dessalage des sols	19
3.3.1. - Nature du problème et réponses apportées	19
3.3.2. - Causes de la salinisation	20
3.3.3. - Remèdes	21
3.4. - Les sourçins en bout de champ	23
3.5. - Alternatives à l'itinéraire technique actuel de préparation des sols à la plantation	24

#### **IV. - AUTRES REMARQUES ET PROPOSITIONS** 25

4.1. - L'irrigation	25
4.1.1. - Réserve en eau utile (RU) des sols	25
4.1.2. - Lignes de canne dans le sillon versus sur le billon	27
4.2. - Suivi de la salinité	29
4.2.1. - Les déterminations	29
4.2.2. - L'échantillonnage	31
4.2.3. - Les "observatoires"	31
4.3. - Suivi de la fertilité chimique et grandes familles de matériau	33
4.3.1. - Suivi de la fertilité chimique et fertilisation	33
4.3.2. - Grandes familles de matériau	34
4.4. - Caractérisation du lit de plantation	35

#### **V. - CONCLUSIONS - RECOMMANDATIONS** 35

#### **VI. - BIBLIOGRAPHIE** 36

#### **ANNEXES**

## ANNEXES

1. Calendrier de la mission et personnes rencontrées	37
2. Organigramme du département agricole de la CSS	38
3. Diagnostic foliaire et fertilisation supplémentaire	39
4. Fiches résultats analyses de sol et commentaires	40
5. Outils de décompactage	42
6. Méthodes de caractérisation des sols	52
7. Relation conductivité électrique et concentration ionique	61

## TABLEAUX

1. Qualité des eaux	9
2. Surfaces et tonnes canne récoltées	10
3. Rendements par variété et selon l'âge de la plantation	10
4. Caractéristiques physiques de quelques matériaux sol du Delta du Fleuve Sénégal	26
5. Valeurs seuil de salinité	28
6. Ascension capillaire en sol sec en surface	32
7. Seuil de carence du phosphore	32
8. Salinité d'un salant marron	30
9. Salinité superficielle et à faible profondeur	30

## FIGURES/CARTES

1. Situation de Richard-Toll	4/5
2. Richard-Toll vu par Spot (K23/J 317 du 05.10.92)	4/5
3. Plan d'ensemble du casier sucrier	6
4. Extrait du plan d'ensemble du casier sucrier	8
5. La carte des sols du complexe	36/37
6. Carte morphopédologique simplifiée	12/13

Quatre planches photos

resp. entre 14/15 et 20/24

Frappe : Mme J. CAMMAL assistée de Mme D. LOUYS

Montage planches photos : Mr J.-C. LORENTE ; extraction SPOT : Mr P. FOL



## RESUME

Dans la première partie du document sont présentés brièvement les caractéristiques agrotechniques du complexe sucrier de Richard-Toll, son environnement physique et les sols ainsi que la manière de conduire la culture de la canne à sucre.

Dans la seconde partie sont décrits et commentés les différents aspects d'ordre agropédologique et de gestion des sols sur lesquels on peut agir pour améliorer les rendements ou réduire les coûts de production : travail du sol, irrigation, drainage, correction de défauts chimiques. Des tests ou améliorations sont proposés, notamment :

- créer des "observatoires" où on suivrait au moins une fois par an à la fois la canne et le sol, en particulier la salinité de ce dernier mais éventuellement aussi son taux d'air et l'enracinement de la canne,
- sous pivomatique, suivre à la tige la position du front d'humectation,
- mettre en place des tests de décompactage dans lesquels on comparera aussi d'autres outils que ceux qui sont utilisés actuellement,
- réaliser autrement le suivi des caractéristiques chimiques du sol,
- faire la synthèse des résultats "chimie du sol" en liaison avec les rendements par grands types de sol.

Préalablement à la mise en place d'un périmètre de cultures diversifiées, irriguées par pivot, il est suggéré de réaliser une étude de faisabilité agropédologique.

*Mots clefs : canne à sucre, travail du sol, irrigation, drainage, vertisols, sols salés, sols sableux, acidité, alcalinité*

## REMARQUES LIMINAIRES

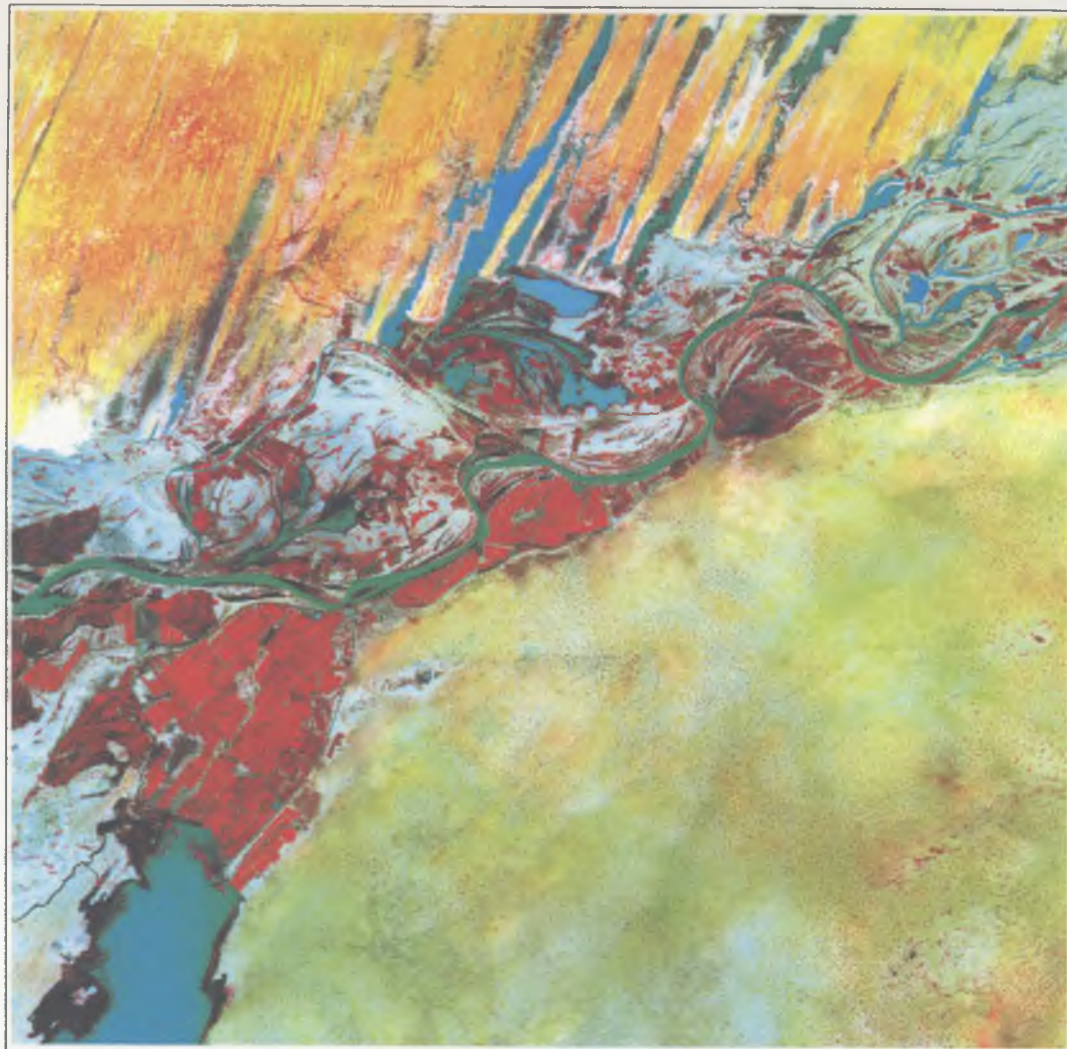
Parce qu'il s'agissait d'une première mission de notre part auprès du complexe sucrier agro-industriel de la CSS à Richard-Toll, que les termes de références couvraient un domaine très vaste (toute la gestion physique et chimique des sols) et parce qu'aucun document venu à notre connaissance ne faisait le "point" des sols, des problèmes rencontrés d'ordre agro et hydropédologique, des itinéraires techniques mis en oeuvre pour la mise en état des terres, la préparation des sols à la plantation et pour la conduite de la culture et la récolte, nous avons préféré établir un rapport qui donne à la fois ces précisions et les recommandations qu'a suscitées notre brève visite au complexe.

Ce rapport peut paraître pour cette raison quelque peu long pour ceux qui connaissent le complexe. Que le lecteur nous excuse alors pour les détails "superflus" et de la disproportion entre le temps de séjour à la CSS et le nombre de pages de ce document.

En raison de la brièveté et de la densité de notre séjour, ce document peut comporter des informations erronées sur le complexe. Son auteur remercie d'avance tous ceux qui lui communiqueraient les corrections qu'il convient d'apporter.

Nous tenons à remercier le service d'agronomie, en particulier son responsable, Monsieur Alioune SENE, ainsi que le service "culture" CAS, en particulier Monsieur WHITE, pour leur accueil, leur disponibilité, leur professionnalisme sans lesquels il n'aurait pas été possible de rédiger ce document que nous espérons être utile pour le complexe qui doit pouvoir, j'en suis certain, accroître ses rendements "moyens" de quelques dizaines de tonnes de cannes à l'hectare.







## **I. - INTRODUCTION**

### **1.1. - Cadre et objectifs de la mission**

La mission réalisée s'inscrit dans le cadre d'un appui au complexe sucrier de Richard-Toll de la Compagnie Sucrière Sénégalaise dans les domaines de l'hydraulique et de la physique des sols.

L'objet de la mission était "de mener une analyse et un diagnostic des travaux relatifs à :

- l'aménagement des parcelles,
- la préparation du sol,
- l'amélioration et le maintien de la fertilité des terres.

Compte tenu des particularités agropédologiques (irrigation gravitaire, salinité et acidité des sols, nappe salée peu profonde, ...) du périmètre, l'accent sera mis sur les aspects suivants :

- sous-solage,
- itinéraire technique de labour,
- instabilité structurale (battance sous pivomatique et fentes de retrait dans les terres à tendance vertique),
- amendement organique.

En fin de mission, l'expert devra formuler des propositions d'amélioration des pratiques actuelles de travail du sol et contribuer à l'élaboration d'une expérimentation locale relative à :

- l'étude des façons culturales (rippage, buttage...),
- le relèvement et le maintien de la fertilité des terres (lessivage, drainage, amendement organique).

### **1.2. - Déroulement**

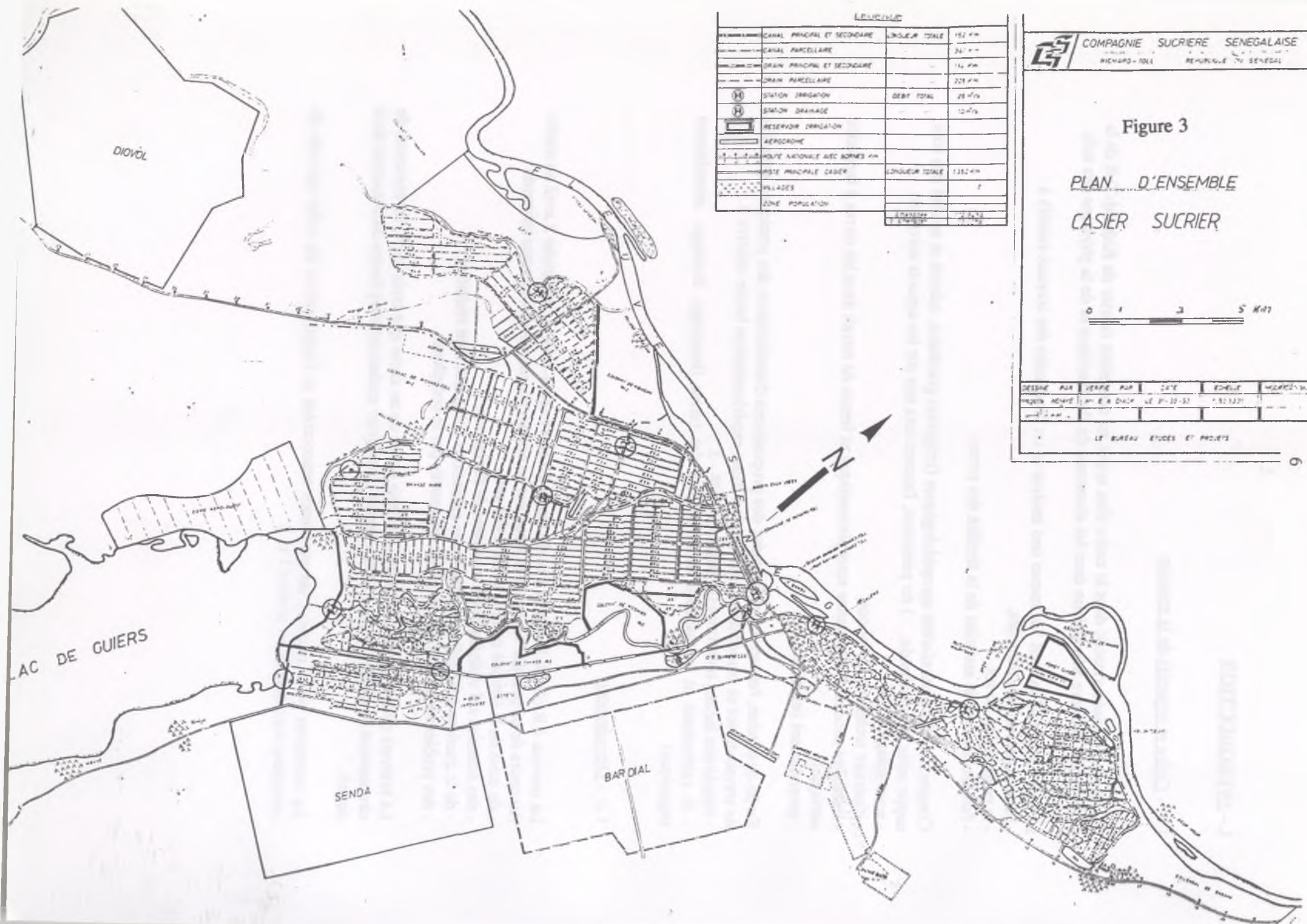
La mission à Richard-Toll a eu lieu du mardi 28 mars après-midi au dimanche 2 avril au matin. Au cours de ce premier séjour pour nous sur ce complexe, nous nous sommes informés :

- du suivi de la fertilité et de la salinité des sols,
- des données sol utilisées pour la gestion de l'irrigation,
- de la manière à laquelle les différentes opérations culturales sont réalisées,
- des problèmes d'ordre pédologique rencontrés par le complexe.

La brièveté de la mission sur le site (elle était prévu de ne durer que trois jours, un concours de circonstance l'a allongé un peu) nous a permis d'examiner seulement cinq fosses dont aucune sous canne.

Le calendrier de la mission, les personnes rencontrées et l'organisation du volet agricole du complexe sont donnés en annexe 1 et 2.







## II. - PRESENTATION DU COMPLEXE

### 2.1. - Généralités

Le complexe sucrier de la CSS se trouve dans la vallée du fleuve Sénégal à 375 km par route de Dakar (figures 1 à 3). Le climat est sahélo-saharien à 200 mm de précipitations annuelles en moyenne et ETo (évapotranspiration de référence Penman) variant entre 6 (novembre à janvier) et 9,5 mm/jour (mai) (RAES D. et DECKERS J., 1993). L'eau d'irrigation est pompée dans le fleuve Sénégal. Elle est d'excellente qualité : CE de 90 à 170 de  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ; SAR 0,6 (cf. tabl. 1).

Le complexe cultive 7 500 ha en canne à sucre dont 7 200 ha alimentent chaque année l'usine entre mi-novembre et mai. Il a été créé en 1970 et a démarré effectivement en 1974. Depuis 1980, le rendement moyen est de l'ordre de  $110 \pm 10$  t/ha et depuis 1988 le taux de sucre extrait voisine ou dépasse les 10 % (cf. tabl. 2).

On usine des cannes de 12 mois en repousse et de 13 mois en vierge. Huit variétés sont cultivées. Les rendements obtenus en 1994 en fonction de l'âge de la plantation figurent au tableau 3.

Le nombre moyen de repousses est de 5. Lorsque l'espérance de rendement devient inférieure à 80 t/ha, la canne est arrachée. S'il n'y a pas de problème d'ordre pédologique, on procède immédiatement à la replantation. Dans le cas contraire, la parcelle est mise en jachère ; s'il y a eu salinisation, on procède pendant 1-2 ans au dessalage du sol.

L'irrigation est gravitaire, à la raie, (cf. photo 1) exceptée sous les deux pivomatiques de 50 ha chacun du secteur de Taouny II.

Le domaine agricole est divisé en trois fermes : F2 = ouest, F1 = centre (les deux à l'ouest du marigot de Taouey), F3 = est (cf. fig. 3). Chaque ferme est divisée en blocs qui sont irrigués et drainés par des tertiaires. Chaque bloc est divisé en parcelles qui regroupent chacune plusieurs sous-parcelles. La surface de ces dernières est comprise entre 2 et 5 ha le plus souvent.

Toutes les terres sont drainées au moyen de fossés ouverts profonds ; certaines sous-parcelles sont dotées de drains enterrés (écartement 40 m) profonds.

La culture de la canne est largement mécanisée. Le complexe dispose d'environ 700 véhicules et engins motorisés ce qui fait un ratio d'un engin à moteur par 10 ha cultivés. Il y a 3 pistes (deux dans F1 et une en F3) pour faire des épandages et traitements par avion.

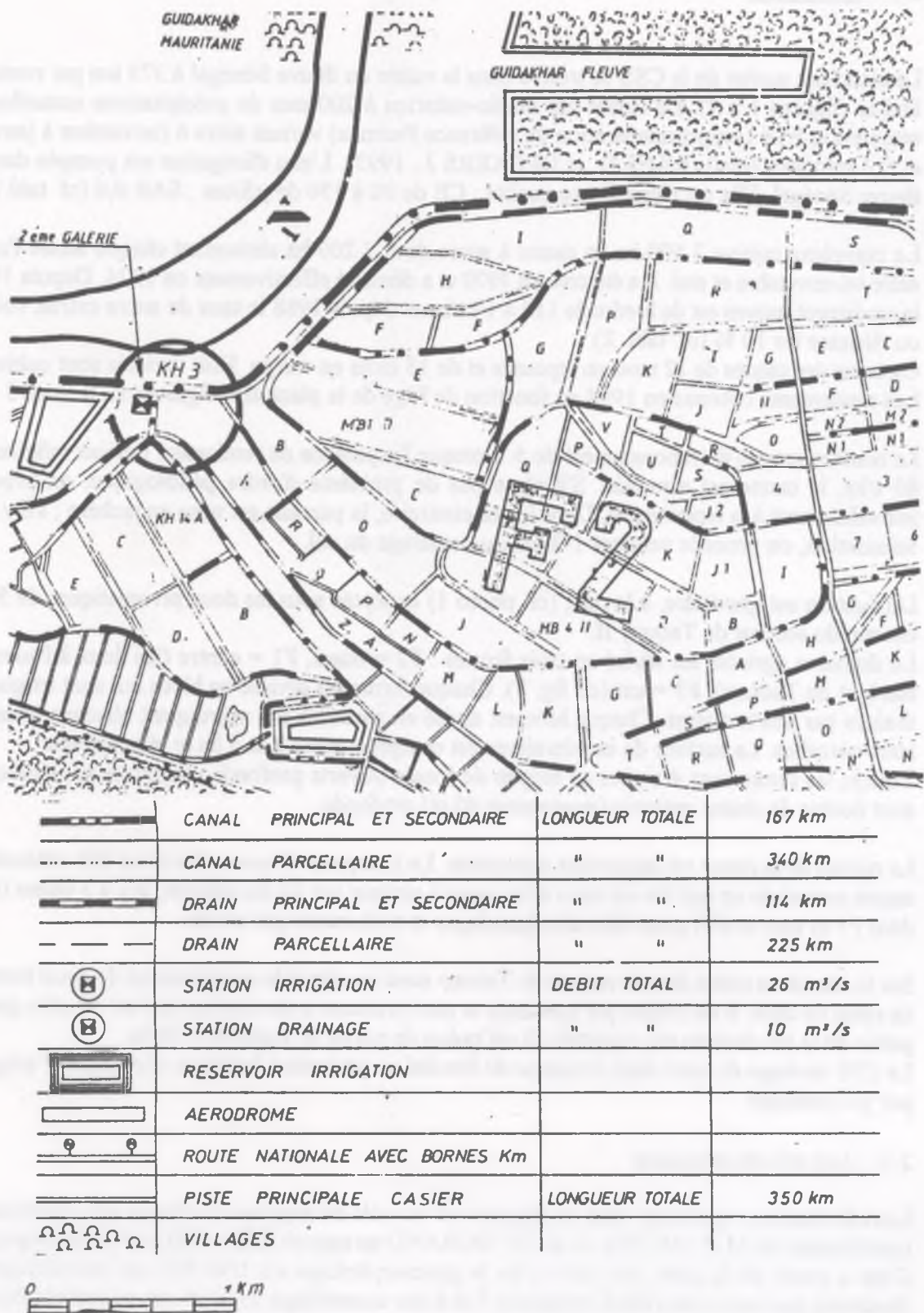
Sur le complexe existe dans le secteur de Taouny aussi un vignoble expérimental de deux hectares de raisin de table. Il est irrigué par goutteurs et peut produire trois récoltes par an. La plus grande partie de la production est exportée. Il est prévu de porter le vignoble à 10 ha.

La CSS envisage de créer dans le secteur du Bardial un périmètre "cultures diversifiées" irriguées par pivomatique.

### 2.2. - Les sols du complexe

Les informations rapportées dans ce chapitre sur les sols de la plaine du fleuve sont extraites des contributions de M-P. MICHEL et de J.H. DURAND au rapport SEDAGRI cité en bibliographie. C'est à partir de la carte des sols et de la géomorphologie au 1/50 000 qui accompagne ce document que nous avons établi les figures 5 et 6 par assemblage des secteurs concernés figurant sur les coupures Dagana 1c et d, 3a et b et 4a, et réduction d'échelle.

FIGURE 4 : EXTRAIT DU PLAN D'ENSEMBLE DU CASIER SUCRIER.





**TABLEAU 1 : QUALITE DES EAUX DU SENEGAL ET DU LAC DE GUIERS**  
(prélèvements de janvier)

Paramètres	pH	CE μS/cm	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> méq/l	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SAR
<b>Fleuve</b>										
1989	7,0	170	0,70	0,50	0,06	0,36	0,24	0,37	0,03	0,68
1991	7,5	100	0,60	0,60	0,08	0,43	0,32	0,36	0,06	0,59
1995	7,5	87	0,60	0,23	0,22	0,28	0,21	0,27	0,04	0,54
<b>Lac</b>										
1989	7,1	300	0,70	0,90	0,13	0,43	0,33	0,67	0,05	1,09
1991	7,5	120	1,00	0,60	0,17	0,51	0,35	0,40	0,06	0,61
1995	7,6	140	0,60	0,13	0,22	0,43	0,33	0,48	0,06	0,77

Source : fiches de résultats d'analyses eaux du service d'agronomie de la CSS

A titre de comparaison :

**QUALITE DE L'EAU D'IRRIGATION A LAMPSAR ET DE L'EAU DE MER**

	pH	CE mS/cm	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> méq/l	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
<b>Lampsar</b>									
1980			0,59	0,97	0,86	0,41	0,27	0,70	0,08
1981			0,74	0,73	0,71	0,59	0,57	0,84	0,16
1982			0,35	0,55	0,20	0,30	0,97	0,60	0,05
<b>Eau de mer</b>	8,2	52	2,30	541,27	55,23	20,00	104,60	464,35	9,74

Source : LOYER 1989

TABLEAU 2 : SURFACES ET TONNES CANNES RECOLTEES.

Campagnes	Durée(*) Campagne	Surface (ha) Récoltée	T.Cannes Récoltées	TC/Ha/an	Age (sem)	Tonnes Sucre/Usine	Rendement Usine (%)
1975-1976			195500.00	67.00		13000.00	6.50
1976-1977			200700.00	60.00		15000.00	7.50
1977-1978		4005.00	250100.00	64.90		22000.00	8.50
1978-1979		4340.00	367000.00	84.60		30400.00	8.30
1979-1980		4586.00	473500.00	103.20		36000.00	8.00
1980-1981	247	5050.79	553956.69	111.68	53.44	44193.00	7.84
1981-1982	227	4975.89	543516.70	109.22	58.70	45136.00	8.30
1982-1983	251	5755.34	626057.51	109.14	61.36	48543.00	7.73
1983-1984	212	5855.14	589540.79	97.26	57.36	53457.97	9.39
1984-1985	220	6115.31	634278.94	103.72	58.45	61317.15	9.58
1985-1986	204	6439.85	654053.99	103.11	54.07	63487.78	9.55
1986-1987	194	6782.09	711306.76	104.88	48.57	70217.80	9.87
1987-1988	201	6558.53	715115.48	107.40	52.67	71479.70	9.95
1988-1989	198	6439.21	738344.98	114.76	52.94	75293.10	10.17
1989-1990	180	6407.53	706805.94	110.95	51.18	70471.46	9.97
1990-1991	207	6724.73	807527.68	120.08	55.72	82947.53	10.27
1991-1992	207	7593.45	829822.94	109.28	52.92	82983.99	10.00
1992-1993	194	7351.14	795782.92	108.39	50.20	78790.49	9.89
1993-1994	208	7375.01	839250.14	113.80	51.94	88075.55	10.50
1994-1995 **	191	7366.11	864600..	117.06		89956	10.53

\* jours de broyage calendaires.

\*\* Prévisions pour 1994-1995.

TABLEAU 3 : PRODUCTION PAR VARIETE ET SELON L'AGE DE LA PLANTATION

Campagne 1993-1994

Variété et surface (ha)	Age pl.	T.C. /ha	Pol. %	T. PER /ha	Variété et surface (ha)	Age pl.	T.C. /ha	Pol. %	T. PER /ha
B 52298	V	123	13,3	12,8	N 14	V	147	13,8	16,5
	R1	113	12,3	11,6		R1	148	13,6	16,3
603	R5	89	14,6	10,2	960	R2	142	13,6	15,5
	R6	106	13,5	11,0		R3	132	13,6	14,4
	R7	77	13,5	7,9		R4	108	14,1	12,4
	R8	84	14,0	9,2		R5	108	14,7	13,0
	R9	105	13,7	11,4					
B 63118	V	120	15,3	14,8	NA 6390	V	122	15,2	15,4
	R1	123	15,4	15,3		R1	116	15,2	14,6
935	R2	87	15,9	11,2	901	R2	109	15,8	14,3
	R3	86	15,8	11,1		R3	104	15,1	12,8
	R4	108	15,4	13,5		R4	103	16,1	13,7
	R5	94	15,6	12,0		R5	127	15,1	13,1
	R7	105	14,8	12,7	NCo 376	R1	124	10,5	9,5
Co 62175	V	143	13,7	15,8	653	R2	118	10,8	9,7
	R1	116	13,2	12,2		R3	130	11,3	11,2
	R2	106	14,3	12,3		R4	121	12,6	12,0
943	R3	97	13,3	10,3		R6	125	11,6	11,0
	R5	88	14,3	10,1		R7	139	12,0	12,6
	R6	87	13,8	9,6		R8	128	13,1	13,5
	R8	83	13,8	9,2	Q 68	V	127	15,3	15,7
Co 6806	V	111	14,0	12,3	1069	R1	129	15,3	15,8
	R1	124	14,8	14,7		R2	107	14,8	12,7
913	R2	106	15,1	12,9		R3	117	14,8	14,0
	R3	98	15,5	12,3		R4	103	15,0	12,7
	R4	103	15,6	13,0		R5	93	15,1	11,6
	R5	99	14,6	11,8		R6	94	14,9	11,4



La figure 5, désignée par "carte des sols" est la copie réduite de la carte citée plus haut. Parce qu'étant à la fois pédologique et géomorphologique, cette carte distingue beaucoup d'unités, ce qui rend délicat sa lecture aux non pédologues. Ceci nous a amené à établir la figure 6 désignée par "carte morphopédologique simplifiée". Elle donne une image réductrice des sols et de la géomorphologie mais contient les éléments essentiels pour la gestion des terres.

### 2.2.1. - Les grands ensembles morphopédologiques

Le complexe et ses environs immédiats s'étendent sur deux grands ensembles (cf. fig. 2, 5 et 6) :

- la plaine alluviale sur laquelle sont installés le domaine agricole, l'usine et la ville de Richard-Toll,
- la "colline" au sommet de laquelle se trouvent la cité et la piste d'aviation de Richard-Toll, et le glacis qui la jouxte.

#### a) *La colline et le glacis*

##### . La colline

Elle ne figure pas sur les cartes 5 et 6. Elle se trouve immédiatement au sud du début de la 3ème ferme.

A première vue, on pourrait penser qu'il s'agit d'une dune ogolienne\* oblitérée, sa couverture pédologique étant surtout constituée de sols rouges sableux et son orientation étant grosso-modo celle des dunes ogoliennes.

D'après nos observations, en particulier celles réalisées à la carrière "aviation", cette dune est accrochée à un relief résiduel. Celui-ci comprend au sommet (II) des alluvions graveleuses qui reposent sur (III) d'argile sableux et sable argileux, assez compact, gris-clair bleuté à taches ocre. Le niveau III paraît peu perméable ; il s'agit très vraisemblablement du Continental Terminal.

Le passage au niveau II est tranché, ondulé, localement festonné. A la carrière aviation, l'épaisseur de ce niveau varie de 0,5 à 2 m. A la base, il est franchement graveleux à petits galets de quartz, de cuirasse et de schiste. Les deux tiers supérieurs sont développés en cuirasse de nappe, mal soudée, qui ne paraît pas être fonctionnel. Ce niveau II est exploité pour fournir du concret. Sa mise en place est à rattacher au façonnement du Bas-glacis.

Il est surmonté par (I) du sable jaune légèrement limono-argileux. Le passage de I à II est brutal ; c'est une surface d'érosion probablement. A la transition existent des accumulations de calcaire sous forme de mycelium et diffus. La surface du sol montre une nette propension à la battance qui génère ruissellement et, aux abords de pistes, de l'érosion. Elle est "tapissée" de nebkas.

##### . Le glacis

En allant de la cité vers le sud ou Taouny (SE), on a à faire à un vaste glacis à pente très faible. Les sols paraissent toujours être sableux et le matériau d'origine éolienne. Ils ne sont plus rouges mais plus clairs, jaune à gris. Ils doivent s'appuyer sur le Continental Terminal.

\* vaste erg formé dans le sud-ouest de la Mauritanie et au Sénégal oriental pendant une période aride au cours de la dernière grande régression marine, entre 15 000 et 20 000 ans BP.



### *b) La plaine du Sénégal*

Elle comprend trois sous-ensembles principaux :

b1. - la terrasse "récente". On la rencontre à Taouny, au pourtour du lac de Guiers. C'est une ancienne vasière fluvio-marine mise en place lors de la transgression Nouakchottienne. Le matériau est sableux à sables homométriques. Ils proviennent du remaniement des massifs dunaires. En raison de leur mise en place en milieu fluvio-marin, les sols peuvent être acides et contenir des produits d'oxydation de pyrite.

A cet ensemble nous rattachons ce qui figure sur la carte des sols de 1969 comme "glacis sableux" (cf. l'unité géomorphologique "V", en gris) et les dunes rouges (unité R, en rouge).

b2. - les "levées". Ce sous-ensemble à sols sableux ou limoneux comprend :

. la "haute levée" : elle est la plus ancienne et la plus haute. N'étant pas inondable lorsque le Sénégal avait encore sa dynamique de fleuve libre, on y rencontre la plupart des villages situés dans le lit majeur.

. la levée "subactuelle" et le delta de rupture de levée : il s'agit de "reprises", des remaniements des matériaux de la haute levée par les crues du fleuve. Elles étaient inondables lors des crues importantes du Sénégal. Elles sont plus petites et présentent des formes plus fraîches que les grandes levées post-nouakchottiennes.

. la levée "actuelle" : elle s'étire le long des rives convexes des méandres et correspond au derniers bourrelets de berge, les plus bas.

b3. - les cuvettes de décantation argileuse. Ce sont les parties les plus basses du lit majeur, autrefois régulièrement inondées par les crues du fleuve. A Richard-Toll, ce matériau argileux repose quasi systématiquement sur des alluvions très sableuses. En règle générale, il s'agit de sables blancs marins du Nouakchottien (cf. terrasse récente) bariolés de taches ocre et rouge et peuvent contenir des "iron-pipes", des dépôts de fer le long des pores verticaux et des racines se formant en milieu à matrice de sol réductrice.

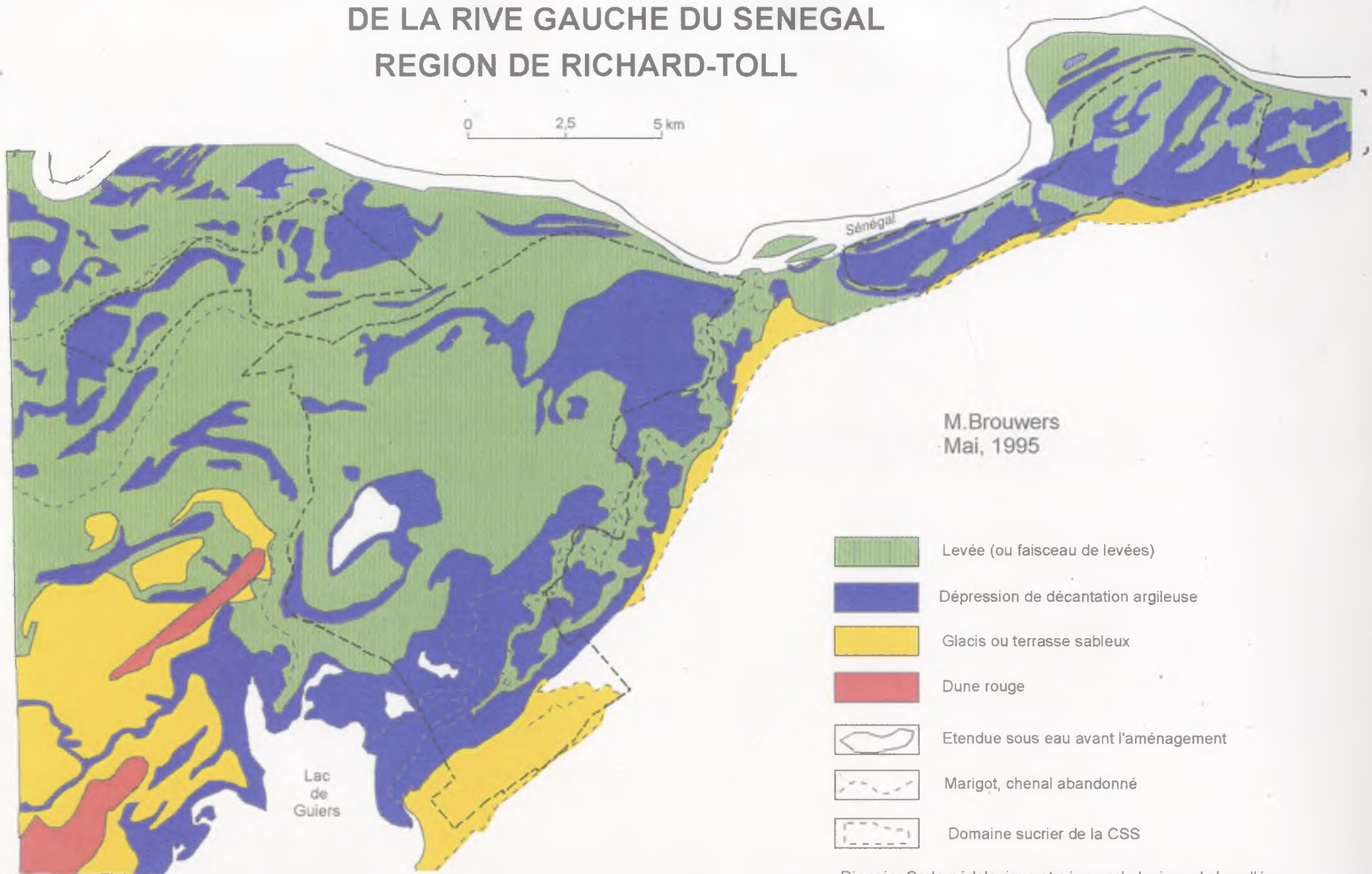
#### 2.2.2. - Les principaux types de sol : au passé et au présent.

D'après l'étude SEDAGRI, le complexe s'étend sur 5 types de sol :

- des vertisols non grumosoliques : ils seraient exclusivement présents et dominants dans la 3ème ferme,
- des sols hydromorphes à gley de surface et d'ensemble : ils dominent dans les fermes 1 et 2, et sont peu présentés en F3,
- des sols salins : assez répandus en F1 et F2, acides sur terrasse marine en F3,
- des sols salés à alcalis et des sols peu évolués hydromorphes : ils seraient exclusivement présents en F3 où ils occuperaient les levées.

# CARTE MORPHOPÉDOLOGIQUE SIMPLIFIÉE DE LA RIVE GAUCHE DU SÉNÉGAL REGION DE RICHARD-TOLL

0 2,5 5 km



M. Brouwers  
Mai, 1995

- Levée (ou faisceau de levées)
- Dépression de décantation argileuse
- Glacis ou terrasse sableux
- Dune rouge
- Etendue sous eau avant l'aménagement
- Marigot, chenal abandonné
- Domaine sucrier de la CSS

D'après: Carte pédologique et géomorphologique de la vallée  
et du delta du Sénégal au 1/50 000 (Doc. SEDAGRI)



A notre avis, à l'intérieur du domaine sucrier, la carte ne reflète plus sur le plan de la classification des sols la situation actuelle. La salure a dû s'estomper par le dessalage des sols. L'hydromorphie a aussi dû s'atténuer en raison du drainage profond. A l'opposé, nous croyons qu'actuellement on classerait plus de sols parmi les vertisols, cette dynamique pouvant maintenant mieux s'exprimer qu'avant aménagement en raison du drainage et du dessalage. Pour ces mêmes raisons, on peut craindre que l'alcalinité a pris plus d'importance de même que l'acidité sur terrasse marine.

## 2.3. - La culture de la canne

### 2.3.1. - La plantation

Elle a lieu de fin novembre à fin mai et concerne chaque année environ 1 500 ha. Les étapes et les modalités d'exécution sont les suivantes :

- défonçage du sol jusqu'à 50-60 cm de profondeur au ripper à 5 dents disposées en 2 lignes. Cette opération est réalisée dans le sens des lignes de plantation avec un chenillard (il y en a trois sur le complexe) ; l'écartement des dents est de 70 cm et leur largeur est de 15 cm. Cette opération produit une surface chaotique en sol lourd. En cas de replantation, cette intervention intervient peu après la récolte. Elle se fait alors sur un sol sec en surface sur 20 à 40 cm de profondeur (en sol argileux) mais frais voire humide en dessous. Dans la seule fosse observée après cette intervention (parcelle H5, vertisol profond reposant sur du sable fin), elle avait provoqué un foisonnement très important jusqu'au fond du travail qui était presque horizontal. Le passage des dents était net, très aéré. Il doit fonctionner comme un drain.
- passage croisé aux disques lourds, offset, en V, par tracteur à roues (cf. photo 7), suivi d'un passage croisé aux disques moyens (sols lourds) ou petits (sols légers) au tracteur à chenilles. Sur sols lourds, ce hersage produit un lit de semence de 20 - 25 cm d'épaisseur, très aéré, à distribution étalée des agrégats et mottes. Le V formé par les deux trains de disques lourds est assez fermé et il y a beaucoup de patinage sur sol argileux.
- planage au radar dans un plan X - Y - Z pour assurer à la fois l'irrigation des raies et le drainage superficiel des eaux apportées en excès.
- sillonnage au tracteur à 1,50 m d'écartement. Sur sol lourd, cette opération forme des billons larges, très aérés, de 28 à 35 cm de haut et laisse dans les sillons une couche de 2-5 cm de terre émiettée.
- épandage des engrais au fond des sillons au tracteur aux doses théoriques de 200 kg/ha de DAP\* (18-48), 158 kg/ha d'urée\* (46) et 125 kg/ha de KCl (à 60 K).
- pose manuelle des boutures de canne à trois internoeuds, en deux rangs, bout à bout dans le sillon ; épandage de produits agro-pharmaceutique, recouvrement manuel des boutures avec de la terre.
- irrigation.

---

\* en 1995, suite à l'indisponibilité du TSP



### 2.3.2. - Pendant le cycle et la récolte :

- épandage d'urée entre la 8ème et 12ème semaine (cf. également annexe 3) et de produits agro-pharmaceutiques, par voie aérienne,
- irrigation (selon k, ETP et RU de la sous parcelle) jusqu'à 1 à 1,5 mois avant la récolte (fonction de l'ETP) (cf. photo 3),
- la veille de la récolte : brûlage de la canne,
- coupe manuelle avec mise en andain des tiges tous les 5 rangs,
- chargement mécanique au "cane-loader",
- glanage manuel avec mise en tas puis chargement mécanique,
- évacuation des cannes au tracteur (Renault 555,54) tractant trois remorques pouvant contenir chacune 9 tonnes de canne (cf. photo 2).

### 2.3.3. - Conduite des repousses

- immédiatement après la récolte : ratissage et mise en tas des résidus de récolte (bouts blancs, bouts de canne), brûlage des résidus. Cette opération est réalisée en manuel ou mécanisée. Elle vise à réduire les attaques de termites champignonistes et xylophages. Dans ce même but, pendant les irrigations, on remplit aussi le sillon bordant de chaque côté les sous-parcelles (barrière d'eau).
- apport d'engrais (100 kg DAP, 236 kg d'urée et 125 kg/ha de KCl) au tracteur et traitements de protection de la culture
- puis comme en 2.3.2.

#### Remarques :

- 1) lorsque, à cause des opérations motorisées de la récolte (cf. photos 4 et 5) ou des causes naturelles, les écoulements dans les sillons ne se font plus convenablement, les lignes de canne affectées sont butées dès que la canne est suffisamment haute.
- 2) très généralement, la canne repart avant la première irrigation (cf. photo 6), signe qu'il reste de l'eau disponible dans le sol au moment de la récolte.
- 3) la culture est reconduite en repousse, tant que l'espérance de rendement est supérieure à 80 tonnes/ha.
- 4) les habitants de la zone sont autorisés à ramasser les bouts blancs qui leur servent pour la confection de toitures ou l'alimentation du bétail

## 2.4. - L'irrigation et le drainage

### 2.4.1. - Leur réalisation

L'irrigation se fait à partir de tertiaires (dominant de 40 à parfois 80 - 90 cm le haut du champ) à l'aide de siphons de diamètre 16/19 ou 10/14 mm (cf. photo 1). En principe, il y a un siphon par raie et dès que le front de l'eau atteint le bout de la raie, l'irrigation est arrêtée. La longueur réduite des raies (environ 200 m le plus souvent) facilite ce contrôle. Le jour suivant l'irrigation, la parcelle est drainée. Ceci se fait en réalisant une brèche tous les cinq sillons environ dans la levée de terre qui ferme les raies à leur extrémité et en faisant communiquer, en bout des raies, les raies drainées par la brèche. L'eau de drainage superficiel est évacuée par un sillon bordant la levée

Photo 1 :  
Vue d'ensemble lors  
d'une irrigation,  
tertiaire 'descendant' la  
levée alluviale (Ferme 3).



Photo 2 :  
La récolte.



Photo 3 :  
Irrigation d'une repousse,  
à remarquer l'irrégularité  
dans l'apport d'eau.







Photo 4 :  
Récolte à E8 sur sol à larges fentes de retrait peu profondes ;  
billons déformés pendant la récolte.



Photo 5 :  
Irrigation d'une repousse à Taouny ;  
billons déformés pendant la récolte.



Photo 6 :  
Parcelle E8 ; reprise de la  
repousse avant la 1<sup>re</sup> irrigation  
sur vertisol.



Photo 7 :  
Chantier de préparation du sol à la plantation  
à H5 après le 1<sup>er</sup> passage du pulvérisateur  
off-set à disques lourds.



précitée vers un drain tertiaire et est rejetée via un réseau de drains secondaires et primaires dans le lac de Guiers ou le Sénégal. Pour favoriser le dessallement des terres et éviter leur resallement, ces drains sont profonds (de plus d'un mètre à plus de 2 m).

L'irrigation de la raie dure en moyenne 7-8 heures, sauf lors de la 1ère irrigation suivant la coupe ou la plantation où elle peut durer 12 heures ou plus. En principe, l'apport d'eau et l'intervalle entre les irrigations est fonction à la fois de facteur k, de l'ETP et de la RU du champ.

#### 2.4.2. - La réserve en eau utile (RU) des sols

Elle est déduite de la carte des textures pour une profondeur de 80 cm de sol. Cette carte a été établie pour tout le complexe jusqu'à 1,20 m de profondeur à partir de sondages à la tarière effectués selon un maillage régulier à pas de 40 m.

Les classes de texture retenues sont : S, SL - LS, L, LA - AL et A. Il s'agit d'une appréciation tactile. Très vraisemblablement, elle fait référence au triangle international.

Par sondage, la RU est déduite de :

1ère: la différence d'humidité entre pF 4,2 et celle à :

- pF 2,0 pour les matériaux à texture grossière,
- pF 2,5 pour ceux de texture moyenne et
- pF 3,0 pour les matériaux à texture fine

à partir de mesures d'humidité réalisées sur terre broyée et tamisée à 2 mm, trous ronds.

2è : la densité apparente du sol selon le critère suivant :

classe texturale	S gros	S fin	SL	L	LA	A
densité apparente	1,65	1,50	1,50	1,30	1,35	1,35

Cette "correspondance" aurait été établie à partir de prélèvements au cylindre de 100 cm<sup>3</sup>, réalisés en trois répétitions par horizon, enfoncé latéralement.

#### 2.5. - Suivi de la fertilité et de la salinité des sols

Lorsque l'espérance de rendement devient insuffisante pour reconduire la repousse, des prélèvements de sol sont faits pour connaître son état chimique. Ces prélèvements exécutés à la tarière portent sur le niveau 0 - 60 et 60 - 120 cm et seraient réalisés selon un maillage régulier à pas de 40 m.

Sur la totalité des prélèvements le pH et la conductivité électrique sont déterminés sur pâte saturée. Sur un sous-échantillonnage est déterminé le complexe absorbant (Ca, Mg, Na et K) d'après la méthode à l'acétate d'ammoniaque neutre et le phosphore assimilable d'après la méthode Olsen\*. Un exemple des fiches de résultats et commentaires est donné en annexe 3.

---

\* jusqu'en 08/91 on a utilisé la méthode "OLSEN modifiée DABIN"

Cette investigation sert essentiellement à savoir si le sol est salé. Dans ce cas on décide de son dessalage (que l'on contrôle par des mesures de salinité). Elle permet de surveiller l'acidité du sol (au cas où on épand les boues), son alcalinité et sa sodisation éventuelle.

Compte tenu des teneurs en K et P dans le sol et des résultats d'essais de fumure, la fertilisation P et K ne serait pas basée sur les résultats des analyses précitées. Elle est calculée pour faire en sorte que le bilan "apport - exportation par la récolte" soit équilibré.

### **III. - PROBLEMES RAPPORTES ET OBSERVES : ANALYSE ET PROPOSITIONS**

#### **3.1. - La canne (et cultures diversifiées) irriguée par pivomatique**

Les deux champs de canne irrigués par pivomatique n'avaient pas bonne allure et plus grave, en l'observant de plus près, la hauteur de canne était très irrégulière.

D'après quelques observations réalisées à la tige et au couteau, peu après le tour d'eau, la cause essentielle de la médiocre allure du champ s'est relevée être le manque d'eau. Dans les taches à canne haute, le front d'humectation était à 25 - 50 cm de profondeur et dans celles à canne de petite taille il était compris entre 5 et 20 cm.

Pendant le cycle, il a dû y avoir une période avec des apports insuffisants et ce déficit n'a pas été comblé lors des irrigations suivantes.

L'irrégularité de la culture est due au sol. Celui-ci étant sableux, les billons ne tiennent pas et il se forme sous l'effet des pluies naturelles et artificielles une croûte dont l'infiltrabilité est moindre que la vitesse des précipitations. La surface n'étant pas parfaitement plane, il y a redistribution des eaux de ruissellement, d'où l'allure en taches du champ.

Pour éviter à l'avenir ce genre de déconvenue, il faut tout d'abord à la première irrigation suivant la récolte remplir tout le réservoir sol jusqu'à, disons un mètre de profondeur. Ceci est facile à contrôler avec une tige. Le phénomène de by-pass étant possible, il faut faire plusieurs sondages. Par la suite, on contrôlera régulièrement de la même manière le remplissage du réservoir d'eau du sol.

La redistribution superficielle aléatoire de l'eau apportée par les irrigations et les pluies peut être maîtrisée en faisant des billons cloisonnés. Il existe des matériels pour faire cela en mécanisé. S'il n'y a pas de risque de salinisation, il est alors préférable de faire la culture sur billon au lieu de la pratique actuelle d'avoir des cannes dans le sillon. Ceci facilitera l'entretien des sillons cloisonnés.

Pour réduire la redistribution superficielle des eaux, on pourrait aussi réduire l'intensité des apports par les asperseurs. Mais cela ne mettra pas le champ à l'abri des risques induits par les pluies d'hivernage dont les intensités momentanées peuvent être très élevées au moment où la couverture du sol par la canne est encore réduite.

La CSS envisage de créer un périmètre "cultures diversifiées" irriguées par pivomatiques dans la zone de Bardial. Celle-ci étant vraisemblablement constituée de sols sableux d'après sa position topographique, l'aspect de la végétation et l'état de la surface du sol, nous conseillons de réaliser au préalable une étude agropédologique. On peut en effet craindre :

- qu'apparaissent les mêmes problèmes qu'observés dans les pivots sous canne,
- des phénomènes de ruissellement, voire d'érosion (la zone n'est pas plane),



- une réserve hydrique restreinte (risque de présence de matériau argileux ou argilo-sableux compact ou au contraire l'existence de matériau graveleux à faible profondeur).

### 3.2. - Le défonçage des sols au ripper - alternatives

Cette opération intervient à chaque plantation. Elle est très coûteuse car elle est réalisée avec un matériel tractant onéreux (type D10) qu'on doit déplacer d'un chantier de préparation des sols à la plantation\* à l'autre avec un porte-charge.

Cette intervention sert à aérer le sol, à rompre les discontinuités créées par la culture ou celles qui existaient dans les premiers 50 - 60 cm du sol avant sa première mise en culture pour la canne. Elle vise à créer un environnement favorable pour l'enracinement en profondeur.

#### 3.2.1. - Les sols sableux

Sur sol sableux, comme à Taouny II, cette opération ne nous paraît plus nécessaire. Les discontinuités verticales existantes lors de la création du complexe ont dû être détruites. Cependant, parce que la macroporosité créée par le défonçage ne tient pas longtemps en conditions humides, avant de prendre cette décision, nous suggérons :

- 1) d'examiner dans des situations contrastées en rendement (Y) (même variété et même âge de la plantation) x pH sol x salinité sol (EC), le profil cultural et l'allure du sol sous-tendant le profil cultural. Ceci est à faire en plusieurs répétitions pour chaque combinaison Y x pH x EC.
- 2) de mettre en place un essai comparatif (à parcelles élémentaires de 10 lignes au minimum) sur les sols où la suppression du sous-solage risque d'avoir un effet dépressif.

Les sols sableux étant sensibles à la compaction, dans les champs où des interventions motorisées ont été effectuées sur sol humide, on risque d'avoir créé des conditions défavorables aux racines. La suppression du défonçage sera alors préjudiciable. Pour savoir si on est en telle situation, on dispose de deux moyens :

- les rendements parcellaires depuis la plantation : s'ils ont chuté anormalement, la compaction du sol pourrait en être la cause (parmi d'autres),
- la mesure de la densité apparente du sol : si elle est anormalement élevée il y a compaction.

Pour supprimer la compaction, il existe d'autres moyens que le ripper. On y reviendra au § 3.2.4

---

\* un chantier de préparation des sols à la plantation concerne généralement plusieurs sous parcelles élémentaires mais ne dépasse pas nécessairement 15 ou 20 ha.

Il comprend les matériels suivants : l'équipe de travail du sol : 3 rippers, 2 offset lourds et 2 offset moyens (ou légers) ; l'équipe de planage : 3 ou 4 niveleuses de modèles différents ; 3ème équipe : 1 sillonneuse double corps. Chaque outil a son propre engin tracteur.

### 3.2.2. - Les sols argileux

D'après la seule observation que nous avons pu faire dans un (verti)sol argileux qui venait d'être sous-solé (cf. 2.3.1.), le passage du ripper provoque un espace poral très important qui doit favoriser l'enracinement, l'aération du sol et le drainage hypodermique. D'après les observations réalisées dans MB2a après R5, en sol cultivé depuis plusieurs années, on retrouve les passages du soc mais pas l'arrangement aéré des agrégats et mottes.

La canne exigeant un sol aéré profond pour obtenir des rendements élevés, le décompactage profond à chaque plantation paraît une nécessité. Cette opération sera d'autant plus nécessaire et bénéfique lorsqu'on a récolté sur sol humide à faible profondeur, car il se produit alors des compactions. Les déformations du profil des sillons-billons à la suite du passage des engins de récolte en sont l'indicateur (cf. photos 4 et 5). Mais aussi sans qu'apparaissent si visiblement ces déformations de surface, il peut y avoir compaction.

Pour supprimer la compaction, il existe d'autres moyens que le ripper. Nous y reviendrons en § 3.2.4.

### 3.2.3. - L'humidité du sol au moment de l'intervention

Elle détermine la qualité du travail. De préférence, le décompactage devrait être réalisé pour cette raison en sol frais au voisinage de l'humidité au retrait. En dessous, l'effort de traction augmente considérablement et on obtient surtout de gros agrégats ou blocs. En sol humide, à consistance plastique, les dents risquent de passer "comme dans du beurre". On consomme moins de fuel, le travail est fait plus vite et plus confortablement, mais le résultat est peu satisfaisant. Dans le cas extrême, on crée un genre de drain-taupe à parois lissées.

Dans le complexe, sur vertisol, le décompactage paraît souvent se faire sur un matériau sec en surface, mais frais voire humide à partir de 20-30 cm de profondeur. Aussi, il est à craindre que le sous-solage ne se fasse pas toujours dans les meilleures conditions pour obtenir le meilleur résultat économique.

Ceci est à vérifier à l'aide d'un test comparatif dans lequel la variable étudiée est le profil d'humidité au moment de l'intervention et les variables "explicatives", (1) le rendement et les facteurs végétaux de la production aérienne, (2) l'enracinement, (3) le taux d'air à la capacité au champ, et (4) la consommation en fuel + temps de travaux pour la préparation du sol à la plantation.

### 3.2.4. - Autres techniques de décompactage

Le matériel actuellement employé (cf. 2.3.1.) est très onéreux dans son utilisation. Dans le passé, le complexe a testé d'autres matériels, à savoir un paraplow et deux sous-soleuses. Ces décompacteurs "reposent" au parc matériel. Tous étaient tractés par un boteur.



### - *Le paraplow*

C'est un outil à 7 corps écartés de 50 cm de marque CAMECO. Il s'agit d'un des premiers modèles de paraplow à corps multiples.

### - *Les sous-soleuses*

L'une est à 7 corps disposés en V, écartés de 50 cm. Il est de la marque américaine R & R et a plus de 10 ans. Les dents sont classiques, incurvés, à faible angle d'entrure, sans ailettes. C'est un matériel trainé qui permet de travailler jusqu'à 50 cm de profondeur. L'autre est de marque CAMECO et est également d'un modèle ancien.

Actuellement existent sur le marché des matériels plus performants qui foisonnent mieux le sol tout en demandant moins de puissance par corps. Quelques exemples sont montrés en annexe 5 où nous avons fait figurer aussi la fiche du CEEMAT relative à un nouveau matériel de décompactage, le coutrier. On pourrait l'adapter aux sols du complexe et à la profondeur de travail exigée pour une canne à haut niveau de rendement. Le CIRAD peut conseiller la CSS dans le choix de nouveaux matériels de décompactage, leur mise en oeuvre et évaluation.

Le complexe dispose aussi d'un décompacteur rotatif (aussi appelé charrue rotative vires) un outil très onéreux qu'on lui a vendu pour faire un pseudo-labour en tout sol. En France, il est possible de travailler avec ce matériel en sol de consistance dure mais il est conseillé de l'utiliser en sol friable. En sol à consistance semi-plastique, sa possibilité d'emploi dépend de la texture.

Ce matériel serait encore utilisé pour la préparation des sols sableux à la plantation. On ne l'a pas vu à l'oeuvre.

## 3.3. - Salinisation et dessalage des sols

### 3.3.1. - Nature du problème et réponses apportées

La canne supporte médiocrement le sel. A la CSS on retiendrait comme valeur-seuil une CEE\* de 4 mS/cm (soit 4 mmho/cm dans l'ancienne unité de mesure). D'après les résultats de travaux de l'IRAT et les données figurant dans le bulletin "irrigation et drainage" de la FAO (cf. tableau 6), il serait indiqué de ramener ce seuil à 1,5 mS/cm. Ceci doit pouvoir être vérifié à partir des données CEE et rendements dont dispose le complexe.

La présence de sel dans le sol se manifeste dans la culture par des efflorescences blanches et brunes sur le flanc de billons. C'est la conséquence de l'effet mèche. Elle affaiblit la canne. Lorsque la concentration devient trop importante, la canne meurt. Des taches d'infertilité apparaissent, s'aggrandissent et sont colonisées par des adventices résistant au sel. Lorsque l'extension de ces taches devient trop importante, la culture est abandonnée (cf. photo 9)

Pour dessaler le sol, on met la parcelle sous eau et on draine verticalement l'eau chargée de sel par le biais du réseau de drainage à ciel ouvert. Il arrive aussi que l'on laisse faire la nature.

---

\* CEE : conductivité (C) électrique (E) mesurée sur l'extrait aqueux de la pâte saturée (e)

La brièveté de la mission ne nous a pas permis de nous rendre compte de l'importance du phénomène en termes d'extension, de perte en tonnage, ni des unités de paysage ou de gestion où le phénomène s'exprime préférentiellement. A ce dernier sujet, il nous a semblé que la salinisation affecte préférentiellement les levées et l'ancienne vasière sableuse et que par contre elle se manifeste peu dans les cuvettes argileuses.

Pour la même raison, nous n'aborderons pas ici le danger d'alcalinisation-sodisation des sols, un problème qui peut apparaître en périmètre irrigué à moyen ou long terme (même si selon les anciennes normes l'eau d'irrigation est d'excellente qualité) et qui devra aussi être analysé pour la CSS.

### 3.3.2. - Causes de la salinisation

Le sel dans le sol (cf. photo 8) est un héritage. Il provient de la juxtaposition de l'environnement qui est à l'origine du paysage morphopédologique actuel et du climat sub-aride qui caractérise la région depuis la phase pluvio-marine (cf. également § 2.2). Lorsqu'il y a un problème de sel dans la culture, cela indique uniquement que le dessalage du sol à cet endroit n'a pas encore été poussé suffisamment loin. Selon nos observations, ceci peut être dû :

#### 1) à la présence de niveaux imperméables ou peu drainants dans le sol

Dans F3 on en a identifié deux types. L'un et l'autre se produisaient au sommet du matériau sableux qui sous-tend les argiles de décantation sur lesquelles se sont développés les (verti)sols :

- lentilles d'argile gris-bleuté ou gris-vert, très compacte, d'épaisseur millimétrique à centimétrique (cf. photo 11). D'après le responsable du secteur, pendant les irrigations, l'eau "sortirait" au dessus de ce niveau dans le talus du fossé qui draine la parcelle où nous avons observé ces lentilles.

- liseré rouge d'épaisseur millimétrique (ou moins) coiffant le sommet d'un niveau sableux d'épaisseur centimétrique dans lequel se sont accumulés de façon diffuse des (hydro)-oxydes de fer qui lui confèrent une teinte brun-rouge bariolée (cf. photo 12). Dans le cas étudié, ce niveau était surmonté de sable blanc, lavé de 1 à 3 cm d'épaisseur dans lequel on trouve à la fois des poupées de calcaire et des nodules (ou concrétions) Fe Mn.

Ces niveaux freinent voire bloquent complètement le drainage vertical.

#### 2) à un rabattement insuffisamment profond de la nappe phréatique salée

Pour se débarrasser des remontées salines alimentées par la nappe salée, celle-ci doit être rabattue profondément (cf. photo 8). Dans le document de RAES et DECKERS 1993 figurent des données au sujet des remontées capillaires d'eau obtenues sur des sols du fleuve. Elles sont présentées de façon résumée en tableau 6.



Photo 8 :  
Taouny ;  
drain tertiaire profond tapissé  
d'efflorescences salines.



Photo 9 :  
Taouny ;  
efflorescences salines  
dans champ abandonné.



Photo 10 :  
Canne vierge à problème  
de levé en bout de raie ;  
(Ferme 1).





Photo 11 :  
Lentille d'argile imperméable au  
sommet des alluvions sableuses  
sous-tendant un vertisol ;  
parcelle MB 2 w.



Photo 12 :  
"alios" Fe-Mn peu perméable au  
sommet des alluvions sableuses  
sous-tendant un sol très argileux ;  
parcelle MB 2w



Photo 13 :  
Salant blanc et marron  
sur flanc de billon    canne vierge  
(Ferme 3).



### 3.3.3. - Remèdes

#### *a) présence de niveaux imperméables ou peu drainants*

Le seul moyen pour lever cette contrainte au drainage vertical (et oblique) est de détruire ces niveaux. Le problème est qu'ils peuvent se situer profondément et toujours à plus de 60 cm, profondeur atteinte par le rippage qui a dû détruire ceux se présentant à une cote inférieure. Dans les cas étudiés, ils existaient vers 1,5 m de profondeur. Il est vraisemblable qu'on les rencontre dans les sols à problème moins profondément car dans les cas étudiés on n'a pas observé de salinisation et on ne nous a pas rapporté l'existence d'un problème de cet ordre.

Un des **moyens pour s'en débarrasser** est le tranchage au moyen d'un excavateur-reboucheur de tranchées. A cet effet, la CSS peut vraisemblablement utiliser (nous n'avons pas vu l'engin) sa poseuse automotrice de drain en enlevant l'outil de pose de drain.

Quant au sous-solage profond (il existe des matériels conçus pour travailler jusqu'à 1 m de profondeur voire plus), on peut craindre qu'il n'aura qu'un effet réduit du fait qu'on interviendra nécessairement en sol humide voire trempé. Si cela se confirme, cela enlèverait tout l'intérêt du moindre coût de cette intervention à la sous-soleuse par rapport à l'excavateur-reboucheur de tranchées. Le test mérite d'être réalisé car le matériel agricole actuellement disponible pour réaliser cette opération est nettement plus performant que dans le passé.

**L'écartement auquel cette intervention doit être réalisée** est à définir. Il dépendra de la profondeur à laquelle se présente l'obstacle au drainage vertical. Celle-ci peut être connue par une levée pédologique que nous recommandons de réaliser à la tarière selon un maillage régulier à pas de 30 m (celui à 40 m est trop lâche, compte tenu de l'histoire sédimentologique de la zone) et une profondeur investigation allant jusqu'à 1,50 m. Au delà de 60 cm, il est préférable d'utiliser une tarière gauge.

Pour définir l'écartement optimal, nous suggérons de réaliser un test avec les écartements 15 - 30 et 45 m qu'on mettra en place après la levée pédologique. Pour évaluer l'effet des traitements, nous conseillons un suivi portant à la fois sur :

- la canne,
- le sel dans le sol,
- la nappe phréatique (par piézométrie).

#### Remarques :

- Ces niveaux non ou peu perméables se détectent difficilement avec la tarière classique dite d'Edelman, mais un observateur averti devrait pouvoir le faire. Avec une tarière gauge, c'est plus facile mais le sol doit être humide et le sondage être réalisé légèrement en biais. Avant de se lancer dans la prospection, il faut faire des entraînements au cours desquels on comparera la fosse au sondage :

- De préférence on conduira la prospection sur sol humide. Le travail est alors beaucoup plus facile et rapide que lorsque la partie supérieure du sol est sèche. Avec deux personnes, on devrait pouvoir faire une soixantaine de sondages par jour.

- Ces obstacles au drainage vertical sont vraisemblablement à l'origine du comportement bizarre de la nappe rapportée dans les travaux IRAT sur le casier expérimental de Richard-Toll.

- Il serait judicieux de vérifier si l'effet bénéfique qu'apportera les drains enterrés dont certaines parcelles viennent d'être équipées provient de la présence des drains ou du fait qu'on a réalisé (et rebouché) des tranchées. Cela peut être fait par piézométrie et en observant après irrigation, l'écoulement sortant du drain et de la base de la tranchée.

#### *b) rabattement de la nappe salée*

Lorsque la situation considérée en a) a été résolue ou n'existe pas, le rabattement de nappe devra être recherché en approfondissant les drains à ciel ouvert. Cette opération vient d'être réalisée dans certains secteurs du complexe. Nous suggérons de l'étendre aux autres secteurs où le sel est un problème et où les drains tertiaires sont relativement peu profonds.

Au terme des opérations a et b, le problème du sel devrait être résolu mais on aura un réseau de drains tertiaires qui paraîtra disproportionné avec le rôle qu'il aura alors à remplir. Mais c'est le prix à payer en attendant de pouvoir enterrer ce réseau tertiaire qui signifie pertes en terre, refuge pour les adventices et autres ennemis de culture, travaux de draguage et une contrainte à la circulation des engins.

#### *c) le dessalage*

Les techniques actuellement mises en oeuvre sont resumées en 3.3.1. Elles nous appellent les remarques suivantes :

##### - le dessalage par casier inondé

Il suit une préparation superficielle du sol aux disques qui à notre avis affine trop le sol. Dès la mise en eau du casier, cette terre doit se transformer en une boue peu perméable. Nous conseillons un travail rugueux profond : défonçage à la sous-soleuse ou ripper suivi d'un passage croisé aux disques lourds. Ainsi, on améliore le drainage vertical et le contact sol-eau.

Au cas où la parcelle est très salée en surface, nous suggérons de faire précéder l'opération décrite dans l'alinéa précédent par un dessalage superficiel, horizontal en faisant de temps en temps un à sec en pratiquant des brèches dans la levée de terre qui délimite le casier. C'est une technique bien connue, ancestrale en Basse-Casamance, pratiquée par les Dioulas (BROUWERS, 1980). Lors de cette phase de dessalage, la salinité des eaux drainées superficiellement est à suivre. Dès qu'elle est ramenée à un taux qui permettrait la riziculture irriguée, on passe à la phase de dessalement par drainage vertical.



### - le dessalage naturel

Compte tenu de la faiblesse des précipitations et la forte ETP, cette voie ne paraît pas à conseiller. Si on observe une amélioration, il est vraisemblable qu'il s'agit uniquement d'un déplacement du problème à la faveur d'une bonne averse tombant sur un sol profondément fissuré. Le sel qui était en surface se retrouve au fond des fissures où il restera jusqu'à ce que l'on remette le sol en culture.

### 3.4. - Les sourcins en bout de champ

Le phénomène se présente de la manière suivante (info de M. WHITE et du responsable de F3) :

- larges fentes et canne en manque d'eau alors que dans le reste de la parcelle la canne ne souffre pas de manque d'eau et que des fentes larges (1 à 3 cm) n'existent pas,
- lors des irrigations, l'eau sort à faible profondeur du sol en bout de champ ; il y a des effondrements, la piste d'exploitation peut être endommagée,
- la canne dépérit dans la zone affectée lorsque l'irrigation est réglée sur le reste du champ,
- en bordure de la piste, au fond des fentes, la terre serait rouge,
- il se distribuerait sous forme d'étroites bandes recoupant plusieurs parcelles voire blocs.

Nous n'avons pas pu observer le phénomène en fosse sous canne. D'après l'examen rapide en F1 du talus des drains à la hauteur des sourcins et les soucins eux-mêmes, les zones affectées se caractérisaient par la présence d'un matériau argileux vertique brun foncé d'environ 50 cm d'épaisseur reposant sur du matériau plus grossier ou également argileux, pouvant être bariolé de rouge.

D'après la profondeur du phénomène, la cause directe paraît être le défonçage au ripper. L'endroit du passage du soc doit fonctionner comme un drain-taupe, qui s'arrête brutalement en limite de parcelle.

La cause indirecte doit être la profondeur limitée (à 50 cm) de l'enracinement. La canne ne s'alimentant en eau que dans cette tranche, sa réserve hydrique est plus rapidement épuisée que dans le reste de la parcelle. Cela expliquerait la grande largeur des fentes et le dépérissement de la canne dès qu'on règle l'irrigation à la partie non affectée du champ.

La distribution du phénomène en F1 (en bandes étroites recoupant parcelles et blocs) suggère qu'il est d'origine géomorphologique-sédimentologique. Il pourrait correspondre à des zones à matelassage argileux à argiles gonflantes peu épais de matériau sableux ou argileux mais à argiles non gonflantes. La détermination de la CEC (cf. 4.3) permettrait de vérifier cette hypothèse.

Pour supprimer cette gêne pour la circulation des engins et cette perte en terres portant de la canne, nous conseillons de tester les techniques suivantes :

- sous-solage au ripper parallèle aux drains tertiaires (au moins en "bout" des lignes de canne) et non pas comme il est de règle dans le sens des lignes de canne,
- décompactage jusqu'à 80 cm de sorte à rompre le contraste poral et chimique entre les premiers 50 cm et le sous-sol.

### 3.5. - Alternatives à l'itinéraire technique actuel de préparation des sols à la plantation

#### *a) en sol sableux*

Nous supposons ici que l'unique but de l'intervention aratoire est la préparation du lit de plantation, autrement dit, que si le sol a besoin d'être décompacté, ceci est fait (ou sera fait) avec un des matériels signalés en 3.2.4.

Il s'agit alors de réaliser soit un labour dit moyen (18 à 25 cm de profondeur, il est suffisant pour faire ce lit de plantation : 20 à 25 cm actuellement, foisonnement compris), soit un labour profond (entre 25 et 35 cm de profondeur) ou encore un labour de défonçage (au delà de 40 cm de profondeur). Tout dépendra du résultat de l'étude envisagée en c. Dans la dernière hypothèse (labour de défonçage), les deux actions (préparation du lit de plantation et défonçage) se confondent.

Selon le travail obtenu par la charrue, on choisira parmi les herse à disques dont dispose le complexe pour faire la reprise ou on passe à d'autres instruments (à dents ou rouleaux) s'ils sont plus appropriés ou moins onéreux dans leur utilisation.

#### *b) en sol argileux*

En raison de la très forte cohésion en sec on peut seulement envisager le labour de défonçage. L'action consisterait à mêler une moitié de sol sec (la tranche 0 - 15/25 cm) à une moitié de sol frais (la tranche 20 - 50 cm).

Pour pouvoir descendre la charrue à la profondeur désirée, il sera vraisemblablement nécessaire de décompacter au préalable les deux bouts du champ.

Comme sur sol sableux, la reprise est à faire tout de suite après le labour de retournement, autrement, la terre fraîche qu'on a remonté sera prise en masse et difficile à affiner.

#### *c) en tous sols*

Décompactage "classique" suivi d'une reprise au rouleau lourd à pointes, un matériel déjà testé avec succès au Sénégal pour le labour à sec de sols sableux et qui avait été l'objet de la thèse de A. DUCREUX.

L'intérêt de ce rouleau, qui associe en un matériel la charrue vires\* au rouleau landais, est que c'est aussi un matériel tracté (= faible niveau de technicité exigé aux conducteurs) mais que la consommation en carburant et la puissance de traction exigées sont nettement moindres.

L'inconvénient est qu'il n'existe pas encore sur le marché. Cependant, compte tenu de l'intérêt financier que cette voie pourrait présenter pour la CSS, il existe là une occasion de développer ce matériel.

\* matériel développé après la thèse de A. DUCREUX



#### *d) études préalables*

Pour permettre de choisir le matériel approprié, nous conseillons de déterminer au préalable pour les principaux sols :

- le profil d'humidité et de densité apparente après la récolte,
- leurs principales caractéristiques mécaniques

### **IV. - AUTRES REMARQUES ET PROPOSITIONS**

#### **4.1. - L'irrigation**

##### **4.1.1. - Réserve en eau utile (RU) des sols**

Les bases actuellement utilisées pour la RU par le service d'agronomie sont précisées en 2.3.4 b. Ces bases nous appellent quelques remarques :

##### *a) densité apparente (Da)*

Les valeurs retenues paraissent faibles d'après celles rapportées au tableau 4. Compte tenu de l'effet de Da sur Hv (Humidité volumique), nous suggérons de refaire la mesure de Da pour les principaux types de sols du complexe. La mesure est à réaliser :

- au voisinage de la capacité au champ (soit 3 jours après une irrigation),
- en plusieurs répétitions,
- avec des matériels permettant sa mesure sur un volume significatif (gros anneaux ou densitomètre à membrane),
- par horizon agrotechnique et pédologique,
- sur toute la tranche de sol exploitée par la canne.

La densité apparente étant susceptible d'évoluer sous l'effet du travail du sol, de l'irrigation (tassement) et de la compaction, nous préconisons de la mesurer au moins à deux dates : lors du plein développement de la canne vierge et au même stade sous R3.

##### *b) humidité pondérale à la capacité au champ (Hp CC)*

Le progrès réalisé depuis 20 ans a montré que la méthode et les critères retenus autrefois (mesure en laboratoire sur terre broyée à 2 mm ; choix du pF en fonction de la texture) peuvent conduire à des écarts très sensibles avec la réalité. Aussi, nous préconisons de refaire la mesure de Hp CC en faisant des prélèvements lorsque le sol se trouve au voisinage de la capacité au champ (cf. sous Da). Cette investigation est à coupler avec celle proposée pour Da. Les prélèvements peuvent se faire à la tarière. Pour chaque situation et horizon, on déterminera Hp CC sur une prise aliquot provenant d'au moins 10 prises élémentaires (= sondages différents dans le même site, même horizon).

TABLEAU 4 : CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES DE QUELQUES MATÉRIAUX - SOL DU DELTA DU FLEUVE SÉNÉGAL.

moyennes de plusieurs répétitions ; mesures volumétriques sur cylindre de 100 cm<sup>3</sup>

Prof. (cm)	Classe Text.(1)	Arg. %	Humidité volumique %				RU RFU		Da	Ks
			pF4,2	pF3,0	pF1,8	Sat				
15/30	S	2-3	4	8	21	40	17	13	1,55	2,06 m/j (2)
20/50	S	2	2	6	16	38	14	10	1,60	3,96 m/j (2)
10/30	S	2	4	7	14	37	10	7	1,65	0,91 m/j (2)
60	S	3	8	12	27	40	19	15	1,55	0,54 m/j (2)
10	LAS	27	22 (3)	32	37	38	15	5	1,58	5,3 mm/j (2)
70	LAS	30	13	38	44	47	31	6	1,50	1,3 m/j
10	A	42	26	36	42	44	16	6	) 1,52	2,4 mm/j
30	A	50	27	38	43	46	16	5		
10	A	48	30	36	40	43	10	4	1,60	4,0 mm/j
10	A	45	28	37	42	46	14	5	) 1,48	2,5 mm/j
30	A	48	30	37	42	45	12	5		
10	A	80 (3)	27	36	42	48	15	6	1,28	-

(1) d'après triangle international

RU : pF 1,8 - pF 4,2

(2) méthode de trou à la tarière

RFU : pF 1,8 - pF 3.0

(3) résultat douteux

Source : RAES D. et DECKERS J., 1993.



### Remarques

1) Afin de disposer d'un référentiel complet, il convient de déterminer outre les mesures envisagées sous Da et HpCC aussi, sur ces mêmes matériaux, après broyage, séchage et tamisage à 2 mm : le taux en argile et l'humidité pondérale à pF 4,2 et 3.

2) D'après les données rapportées au tableau 4, RU et RFU ne sont guère liées à la texture. Nous avons obtenu le même résultat en d'autres lieux des régions chaudes.

#### *c) profondeur de sol prise en compte (Z)*

Elle serait actuellement de 80 cm. Pour des sols lourds, cela nous paraît beaucoup compte tenu du fait qu'on les décompacte seulement jusqu'à 50 - 60 cm. N'ayant pas pu observer ces sols sous canne, nous réservons notre proposition concernant Z jusqu'à ce que cela nous soit possible.

#### 4.1.2. - Lignes de canne dans le sillon versus sur le billon

Normalement, l'irrigation à la raie de la canne se fait dans l'interligne. A la CSS elle se fait au contraire en règle dans la ligne. Ceci s'explique par le caractère salin des sols lors de la création du complexe. Le billon faisant "méché" (cf. photo 13), pour éviter que la canne souffre du sel, il fallait la conduire en sillon.

Sur le plan poral, cette technique implique que les boutures et repousses aient dans leur voisinage direct un lit de semences peu épais : environ 5 cm à la plantation, 10 cm par la suite à cause des atterrissements venant des billons. Très vraisemblablement, le système racinaire doit coloniser l'horizon AP1 du billon pour compenser cet handicap.

Il nous semble qu'actuellement il n'est plus nécessaire de préconiser cette technique. D'ailleurs, lorsqu'il apparaît des problèmes d'écoulement dans les raies (cf. photos 4 et 5), on y remédie en conduisant la culture en billon dans les parties affectées par la déformation du profil de surface. Et cela n'aurait pas un effet préjudiciable sur les rendements. Ce changement de technique présenterait plusieurs avantages :

- entretien aisé des sillons,
- coupe mécanique plus facilement réalisable,
- moins de risque d'écraser les souches lors du passage des engins,
- décompactage possible des repousses,
- lors de la récolte, moins de compaction de la terre émietlée à grands frais pendant la préparation des parcelles à la plantation.

Avant de prendre la décision de changer de système, il faut évidemment s'assurer que l'on n'a plus à craindre le sel. Sur les sols lourds, cultivés depuis longtemps et profondément drainés, cela paraît être le cas.

TABLEAU 5 : VALEURS SEUILS DE SALINITÉ.

a : Rendement potentiel et salinité du sol (CEe) pour quelques cultures.

Culture	Rendement potentiel (%)				
	100	90	75	50	0
Canne à sucre	1,7	3,4	5,9	10	19
Riz	3,0	3,8	5,1	7,2	11
Sorgho	6,8	7,4	8,4	9,9	13
Maïs	1,7	2,5	3,8	5,9	10
Tomate	2,5	3,5	5,0	7,6	13
Oignon	1,2	1,8	2,8	4,3	7,4
Palmier date	4,0	6,8	11	18	32
Oranger	1,7	2,3	3,3	4,8	8

Source : FAO Irrigation and drainage papers.

b : Rendements et salinité du sol à Richard-Toll

Production (t/ha)	Conductivité moyenne des mesures, en micromhos par centimètre. Extrait 1/5 *		
	0,00 à 0,20 m	0,40 à 0,60 m	0,80 à 1,00 m
0 à 29	2 140	1 360	1 760
30 à 59	830	1 110	1 560
60 à 89	390	780	920
90 à 119	270	500	590
120 à 149	140	250	450

Source : Tran Minh DUC et GILLET N., 1970.

\* Pour la conversion en CEe cf. annexe 6 (en gros, multiplier par 6 et diviser par 100).



## 4.2. - Suivi de la salinité

### 4.2.1. - Les déterminations

#### a) *Sol*

La préparation de la pâte saturée n'est pas faite selon le protocole. Aussi, arrive-t-il qu'en fin de préparation de la pâte, il y ait de l'eau en surface, et parfois elle est abondante. Ceci conduit à la sous-estimation de la conductivité électrique (CEe). Bien que cela n'emmène que rarement à une appréciation erronée quant à la nécessité de dessalage, il vaut mieux l'éviter. En annexe 6, sous (2) est rappelé le protocole de cette mesure. Pour éviter ce type d'erreur, il préconise de partir d'échantillons broyés, tamisés.

La mesure de la CE sur pâte est laborieuse. Nous suggérons de la remplacer, en mesure de routine, par celle sur extrait 1/5. Le protocole est indiqué sous 3c de l'annexe 6. Avec les informations données dans l'annexe 7, on peut "reconvertir" les résultats obtenus en CE-pâte (CEe).

La détermination de la CEe à partir de la CE-1/5 nécessitant de connaître HS (où humidité à saturation du sol), nous suggérons de réaliser dans une première étape à la fois la mesure de la CE sur pâte et sur extrait 1/5, et de déterminer parallèlement, sur la préparation faite pour la mesure sur pâte :

- HS, qu'on assimilera à l'humidité de la pâte lorsqu'elle est à la bonne humidité pour faire l'extraction,
- HE ou humidité équivalente\*, qui est l'humidité résiduelle de la pâte après en avoir extrait par centrifugation l'eau servant à la mesure de la CE-pâte. Cette extraction est à faire pour un RCF (cf. annexe 6) équivalant à 1 bar = 0,1 MPa = 14,5 psi.

Pour les mêmes échantillons, il faudra déterminer aussi l'humidité résiduelle (HR) après séchage à l'air.

En procédant ainsi, on aura à la fois :

- la relation entre CEe et CE - 1/5 pour les sols du complexe,
- le "catalogue" HS et HE des sols,
- une mesure simple, celle de HR, pour connaître HS et HE. Il est en effet très vraisemblable que les valeurs de HS et HE sont corrélées à l'HR du sol.

#### b) *Eau*

Le laboratoire réalise aussi des analyses d'eau (lac et fleuve, drains, eaux résiduelles de l'usine) sur lequel il fait entre autres, le bilan ionique. A ce sujet, nous conseillons de vérifier systématiquement le bilan des anions et cations et de déterminer également N-NO<sub>3</sub> (cf. tableau 8).

\* Elle peut être assimilée à la limite inférieure de l'eau aisément disponible pour les plantes

TABLEAU 8 : SALINITÉ D'UN SALANT MARRON.

Site : F3, canne vierge, sur levée, flanc de billon, en surface

RESULTATS (\*)COMMENTAIRES

## ELEMENTS SOLUBLES      Extrait 1/5

Ca	MEQ/100	16.48	(
Mg	MEQ/100	102.21	) salure chlorurée-sodique, sulphatée
K	MEQ/100	0.50	( - magnésienne à 3,5 gr N/kg sol !!
Na	MEQ/100	128.65	)
Cl	MEQ/100	129.46	)
S-SO <sub>4</sub>	MEQ/100	85.56	(
N-NO <sub>3</sub>	MEQ/100	25,36	)
HCO <sub>3</sub>	MEQ/100	0,25	(

CONDUCTIVITE MILLI-S    31.00      soit CEE d'environ 186 mS/cm : excessivement salé  
 pH                                6.45      neutre

(\*) URA-sol/CIRAD-GERDAT

TABLEAU 9 : SALINITE SUPERFICIELLE ET A FAIBLE PROFONDEUR D'UN SOL SALE EN REGIME EVAPORATRICE.

PROFONDEUR	0 - 1cm	10 cm	0 - 1 cm	10 cm
COMPLEXE ABSORBANT (méthode cobalti hexamine) méq/100 gr			ELEMENT SOLUBLES Extrait 1/5 méq/100gr	
Ca	55,68	35,52	Ca	11,77
Mg	10,40	5,13	Mg	7,50
K	0,93	0,67	K	0,25
Na	148,00	3,02	Na	142,50
CEC	33,14	33,60	Cl	20,06
			S-SO <sub>4</sub>	124,41
pH eau	9,10	8,30	N-NO <sub>3</sub>	15,85
pH KCl		7,60	HCO <sub>3</sub>	1,15
	8,75			
			CE mS/cm	22,30
			pH	8,60

Source : Périmètre sucrier d'Assalaye, Soudan, BROUWERS 1995.



#### 4.2.2. - L'échantillonnage

Actuellement, chaque échantillon soumis à analyse provient d'un seul sondage de 7 cm de diamètre (ou moins). Les résultats obtenus ne peuvent pas être considérés comme représentatifs d'une placette de canne car une touffe de canne exploire au moins 1 m<sup>2</sup> de sol. Aussi, nous conseillons de réaliser dorénavant les analyses de sol sur des échantillons **moyens** dont chacun proviendrait de **plusieurs sondages**.

Lorsque pendant la culture ou à la récolte on a visuellement ou gustativement constaté qu'il y avait salure en surface du sol, nous conseillons de prendre aussi un échantillon de surface. Il pourra contenir une quantité énorme de sel (cf. tabl. 8 et photo 13) alors que le sol lui-même en contient peu (cf. tableau 9). En procédant de cette manière, on réduit le risque de voir apparaître la salure en vierge.

Pour des déterminations représentatives d'une placette d'un m<sup>2</sup> nous conseillons de constituer ces échantillons moyens à partir de 3 sondages au moins.

Pour des déterminations sur des placettes où on déterminerait aussi le rendement, les composantes du rendement et/ou les paramètres "sucre", nous conseillons de constituer les échantillons moyens à partir d'au moins 12 sondages car de telles placettes couvrent habituellement une trentaine de mètres carrés (20 m de ligne de canne x écartement des lignes).

#### 4.2.3. - Les "observatoires"

La salinité du sol peut évoluer rapidement et se diversifier au sein d'une même parcelle de culture à la suite de différences en sol, en apport d'eau entre le "haut" et le "bas" de la parcelle, etc ...

Pour pouvoir mieux lutter contre la salinisation des sols, nous proposons de créer des "observatoires". Il s'agit de placettes où on suivra à la fois les paramètres aériens de la production en canne (et sucre) et le sol. Leur taille doit être de l'ordre de 30 m<sup>2</sup> au moins. Au sein d'une même parcelle, on en suivra plusieurs et afin de couvrir surtout les situations contrastées en développement et tonnage de la canne. Pour le choix des emplacements des placettes, on peut se laisser guider par des différences en développement de la canne au sein de la parcelle, des différences en texture du sol, en salinité, etc ... L'irrigation se faisant à la raie, il est souhaitable d'opposer aussi amont, milieu et aval de la parcelle.

#### Remarques :

1) Le même dispositif peut être utilisé lorsqu'on s'intéresse à la fertilité chimique du sol, la qualité de sa porosité, l'enracinement, l'aération du sol, l'évolution de l'humidité volumique etc ..., mais le pas de temps des mesures est évidemment à adapter à la vitesse d'évolution des phénomènes étudiés. Pour la salinité nous préconisons d'avoir un pas de temps au moins annuel. Pour que les résultats soient exploitables, il vaut mieux alors procéder aux mesures ou prélèvements dans la même saison et au même stade de développement de la culture.

2) Lorsqu'on a la possibilité de créer ces observatoires lors de l'année de plantation, nous suggérons aussi de s'appuyer pour le choix des placettes sur la "carte" des sols qu'on peut établir après le planage de la parcelle, avant son sillonnage. Les différences en couleurs, taille des mottes etc .. du lit de semences sont alors aisément cartographiables au Topofil.

**TABLEAU 6 : ASCENSION CAPILLAIRE EN SOL SEC EN SURFACE.**  
(mm/j)

Profondeur de la nappe	Type de sol	
	Fondé	Hollaldé
0,5 m	0,2	0,3
1	0,06	0,12
1,5	0,04	0,08
3 m	0,02	0,05

Source : RAES et DECKERS 1993

**TABLEAU 7 : ESTIMATION DES SEUILS CRITIQUES DE CARENCE DU PHOSPHORE**  
en ppm de P

	Ferralsols	Acrisols	Nitisols	Gleysols	Vertisols	Fluvisols	Cambisols	Luvisols	Régosols	Arénosols	Andosols
P Total	(*)				250 - 300	300	250	250			
P Truog		15					8	15			
P Olsen-Dabin		30 - 40	30	50	30 - 40	20		25			
P Saunder				180		95		85	60		
P Bray	10	15 - 20		10	10			15	10	15	
P Dalal				140		60		50			
P extrait à l'eau		0,50			0,25				0,20		
P désorbé résine en 48 heures	10 - 15	10	15 - 17	10	17	10	10	10	10	10	17
Indice I <sub>0</sub>	1	1 - 1,25	2,2 - 2,5	2	1,25	1,5		2,2	2,5	2,5	0,5
Indice I <sub>N</sub>		0,5 - 1	1	0,75	0,75	1		1	0,5	1,5	0,2 - 0,4
Valeur L	20	20	20	30	30	25		15	15		35
Indice IC	2	2 - 3,5	5	2,5 - 3	5	5		2 - 2,5	2		1 - 1,2

(\*) Les seuils critiques de carence n'ont été indiqués que lorsque la méthode utilisée faisait apparaître une corrélation hautement significative, ou à défaut significative, avec les références biologiques.

Source : Institut Mondial du Phosphate/GERDAT : le phosphore dans les sols tropicaux : appréciation des niveaux de carence et des besoins en phosphore. P. ROCHE et al., 1980. PARIS.



#### 4.3. - Suivi de la fertilité chimique et grandes familles de matériau

##### 4.3.1. - Suivi de la fertilité chimique et fertilisation

. Pour l'échantillonnage des sols en vue du suivi de la fertilité, nous conseillons de procéder de la manière indiquée en 4.2.2.

. Quant à l'étude de la relation "état de fertilité chimique - rendement canne", la méthode des "observatoires"\* peut être conseillée. Elle permet mieux de prendre en compte dans l'analyse les autres variables sol ayant des effets sur les rendements (pour peu qu'elles soient prises en compte parmi les mesures et observations).

Quant aux déterminations :

. pH : nous préconisons de faire systématiquement aussi le pH-eau classique. C'est une mesure facile à réaliser et elle permet de comparer plus aisément les résultats obtenus à ceux des autres complexes sucriers.

. P assimilable : courant 1991, la méthode Olsen-Dabin a été remplacée par celle d'Olsen. D'après notre chimiste des sols, R. OLIVER, ce changement de méthode ne s'imposait pas. Il serait nécessaire de vérifier la correspondance entre les deux méthodes par des analyses croisées pour redéfinir le seuil de déficience en P assimilable et piloter la fertilisation. En effet, l'extraction Olsen étant moins énergique que celle d'Olsen-Dabin, le seuil de carence devrait nécessairement être plus bas. Or ce n'est pas le cas. Pour P. Olsen, le complexe le fixe à 25 ppm (cf. annexe 4), alors que pour P. Olsen-Dabin ce seuil est précisément de cet ordre comme le montre le tableau 7.

. bases échangeables : actuellement, elles sont déterminées de façon classique sur l'extrait d'acétate d'ammonium tamponné à pH 7. Nous proposons de réaliser leur détermination après extraction au pH du sol selon la méthode au cobaltihexamine. La difficulté évoquée par le laboratoire, (l'estimation, au préalable, de la CEC du sol) peut être contournée en déterminant au préalable l'HR. (cf. 4.2.1.). La méthode proposée présente aussi l'avantage qu'il est alors très facile de mesurer la CEC du sol et donc de savoir aussi avec quel type d'argile on a à faire, ce qui n'est pas sans intérêt pour la gestion des sols (cf. 4.3.2.).

Avant de changer de méthode d'analyse, nous conseillons d'effectuer au début, sur une trentaine de profils, les mesures selon les deux méthodes. Cela permettrait de "recaler" les résultats anciens, tout au moins si on prend la précaution de "répartir" ces 30 profils de sorte de pouvoir couvrir toute la diversité des sols du complexe.

. la fertilisation K et P : au complexe on apporte tant sur vierge que sur repousse des engrais K et P (cf. annexe 3 et § 2.3) bien qu'il n'y ait pas eu de réponse à ces apports, sauf en vierge au P (cf. § 2.5.). Il y a là une source d'économie pour la CSS en années de trésorerie réduite. Mais avant de l'entamer, nous conseillons d'identifier les modalités par une étude d'"épouséement" en prenant comme variables :

- le nombre d'années de culture (par exemple 20, 10, 5 ans) et,
- la texture du sol (par exemple S, A et texture moyenne entre 0-60 cm),
- la famille de CEC par 100 gr d'argile.

\* Pour cette étude, ils pourraient être des sous-parcelles entières ou des multiples de 5 rangs entiers. A la place du rendement "recherche" on aura le rendement "agricole"

Sur ces observatoires, on suivra outre le rendement, la composition minérale foliaire et les caractéristiques chimiques du sol. Ceci devrait permettre de définir le seuil de déficience et celui de carence. Cette étude pourrait être l'occasion de tester plusieurs méthodes d'analyse pour le P-assim assimilable.

la fertilisation N : Comme il nous a été donné de voir, il arrive que l'urée soit prise en masse. Il s'en suit qu'une bonne partie de l'apport azoté peut dans ce cas être donnée sous forme d'agglomérés de taille centimétrique. Pour l'éviter, nous suggérons de construire un double broyeur d'engrais, mû par la prise de force du tracteur, semblable à celui qu'on a construit sur le complexe du Kenana Sugar Corporation, Soudan.

Les résultats figurant au tableau 8 font craindre qu'une partie non négligeable de N-engrais parte par volatisation. La croûte prélevée et analysée contient pas moins de 3,5 g N par kg. Le mécanisme, les conséquences économiques et les remèdes éventuels sont à étudier.

#### 4.3.2. - Grandes familles de matériau

La gestion des sols serait grandement facilitée si le complexe disposait d'une carte précisant l'extension des grandes familles de matériaux terreux. Il s'agit de la combinaison de la carte des classes de texture (document déjà disponible) et de celle de la CEC par 100 g d'argile, autrement dit, du type d'argile.

Cette dernière caractéristique est peu connue. En plusieurs écrits on signale que dans la région de Richard-Toll l'argile serait du type kaolinique. Cependant :

- 1) d'après le rapport SEDAGRI p. 62, on serait à la limite de la province "Sénégal moyen" caractérisée par un mélange d'illite (I), kaolinite (K) et montmorillonite (M) avec dominance nette de montmorillonite et la province "delta" où la kaolinite est presque pure avec un peu d'illite, de montmorillonite ou de micas.
- 2) d'après ce même rapport "les limites entre ces deux dernières provinces s'interprètent largement, conséquences de leur histoire géologique".

Les données sur ce sujet seraient actuellement très peu nombreuses pour la région de Richard-Toll. Dans l'annexe du rapport du SEDAGRI figurent deux résultats. L'un a trait à un profil étudié sur levée (sol peu évolué d'apport hydromorphe), l'autre a une fosse ouverte dans une cuvette (vertisol). Dans les deux cas, on a un mélange de M, K et I dominé par M et la CEC par 100 g d'argile est de l'ordre de 45 meq.

L'échantillon "témoin" du laboratoire de la CSS a une CEC de 28 pour un taux d'argile de 40 %, soit une CEC de 70 meq. pour 100 g d'argile.

Compte tenu du (2e) ci-dessus, on peut donc s'attendre à la présence de matériaux très différents allant d'une CEC très faible (de l'ordre de 10 ou moins : famille des kaolinites) à très forte (de l'ordre de 70 ou plus : famille des argiles gonflantes). Mais leur répartition devant nécessairement répondre à une logique morphopédologique avec une mesure de la CEC et du taux en argile sur une trentaine de profils, on devrait pouvoir établir la carte des grandes familles de matériau.



#### 4.4 - Caractérisation du lit de plantation

Il nous a semblé que la "granulométrie" du lit de plantation est quelquefois très grossière. Cela pourrait être une des cause de difficulté à la levée puis au tallage en vierge, puis en reprise sur repousse.

Nous suggérons de vérifier cette hypothèse parce qu'on peut l'éviter lors de la préparation des sols à la plantation.

Comme mesure "sol" qualifiant cette granulométrie, nous proposons de faire sur le terrain le tamisage du lit de plantation, par exemple avec un jeu de tamis carrés à ouvertures 0,5 - 2 - 5 - 10 et 15 cm et de 60 cm de côté. Ces grands tamis n'existent pas dans le commerce. L'atelier de la CSS peut les fabriquer à partir de chutes de grilles vendues pour tamiser graviers, sables et concassés ou pour faire des clôtures.

Lors de cette opération, nous suggérons de déterminer également l'état structural des mottes selon les principes décrits par H. MANICHON. Il nous a, en effet, semblé que dans certains cas les mottes avaient une très faible porosité interne ; elles ressemblaient à du béton cassé, ce qui doit être contraignant pour la plante.

#### V. - CONCLUSIONS - RECOMMANDATIONS

Les rendements à l'hectare du complexe plafonnent depuis 1979-80 à 110 +/- 10t. Un potentiel d'augmentation que nous estimons à quelques dizaines de tonnes/ha existe. Cette augmentation peut être amorcée en quelques années et être atteinte à moyen terme. D'autre part, le coût du poste "préparation du sol à la plantation" paraît pouvoir être abaissé significativement.

Des propositions allant dans ce sens sont faites, thème par thème, dans les chapitres 3 et 4.

Pour atteindre ces objectifs, nous recommandons :

- de renforcer le service d'agronomie avec un ingénieur agropédo, option irrigation/drainage et travail du sol. Les domaines de compétence que doit couvrir ce service sont trop étendus pour être assumés par un seul agronome.
- de faire bénéficier le service d'agronomie et celui d'agriculture de missions d'expertises dans les domaines qui furent ceux de cette mission.

Bon nombre des actions proposées aux chapitres 3 et 4 peuvent faire l'objet d'un travail de "fin d'études" voire de thèse comme cela se fait dans d'autres complexes sucriers. Si cette option est retenue, il faudra prévoir l'encadrement scientifique de ces stagiaires.

Grâce à son organisation, le complexe dispose de nombreuses données sol et rendement. Cette mine de renseignements devrait être exploitée car il en sortira certainement des informations très précieuses pour une gestion appropriée des terres de la CSS.

## VI. - BIBLIOGRAPHIE

BROUWERS M., 1980. Etude économique et technique du barrage de Kamobeul (Sénégal). Volume 1 : Pédologie-drainabilité ; caractères hydromorphopédologiques et possibilités rizicoles des sols de la vallée du Kamobeul-Bolon.

BECOM-IRAT, 1980/06, 3 fasc., rapport 100 p. (34 réf., tabl., fig.), ann. (4), 2 cartes au 1/50 000, 1 carte au 1/20 000 en 2 coup.

BROUWERS M., 1995. Caractéristiques physico-chimiques de deux sols du Central Clay Plain du Soudan.

Doc. CIRAD-CA Montpellier (France), 06/95 (en préparation).

DANCETTE C., RIDDERS J.R. et Tran Minh DUC, 1971. Utilisation par la canne à sucre des réserves hydriques du sol.

CNRA Bambey/IRAT, 01/71, 9 + 6 p., annexes

DUBOIS J., 1955. Quelques résultats de l'étude sur le drainage et la migration du sel à Richard-Toll.

Mission d'Aménagement du Sén., 02/55, class. 152-1, 5 p.

DUC Tran Minh, GILLET N., 1970. Etudes d'hydraulique agricole menées sur le casier des 120 ha de Richard-Toll.

IRAT, 04/70, 21 p.

DUC Tran Minh, 1973. Contrôle de la nappe salée dans le casier expérimental des 120 hectares à Richard-Toll, Sénégal.

L'Agron. Trop., 28 (9), pp. 894-900.

DUCREUX A., 1985. Caractéristiques mécaniques des sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche de l'Afrique de l'Ouest : étude d'un prototype d'outil permettant de les travailler en période sèche.

Machinisme Agricole Tropical, 1985/01-03 - n° 89, p. 03-45, 1985/04-06 - n° 90, p. 64-80 : ill., tabl., graph.

DURAND J.H., 1965. Etude pédologique du casier de Richard-Toll et du périmètre du Diovol.

IRAT, 25 p.

GAUTRONNEAU Y. et MANICHON H., 1987. Guide méthodique du profil cultural.

CEREF-ISARA, GEARA, 71 p., annexes

LOYER J.L., 1989. Les sols salés de la basse vallée du fleuve Sénégal ; caractérisation, distribution et évolution sous cultures.

Ed. ORSTOM, coll. Etudes et thèses, Paris, 137 p., 14 photos, 24 tabl., 27 fig., 61 réf.

RAES D. et DECKERS J., 1993. Les sols du Delta du fleuve Sénégal, propriétés physiques et chimiques.

Doc. SAED-KULeuven, Projet gestion de l'eau, bulletin technique n° 8, Saint-Louis, Sén., 08/93, 74 p., réf., annexes, 10 tabl., 54 fig.

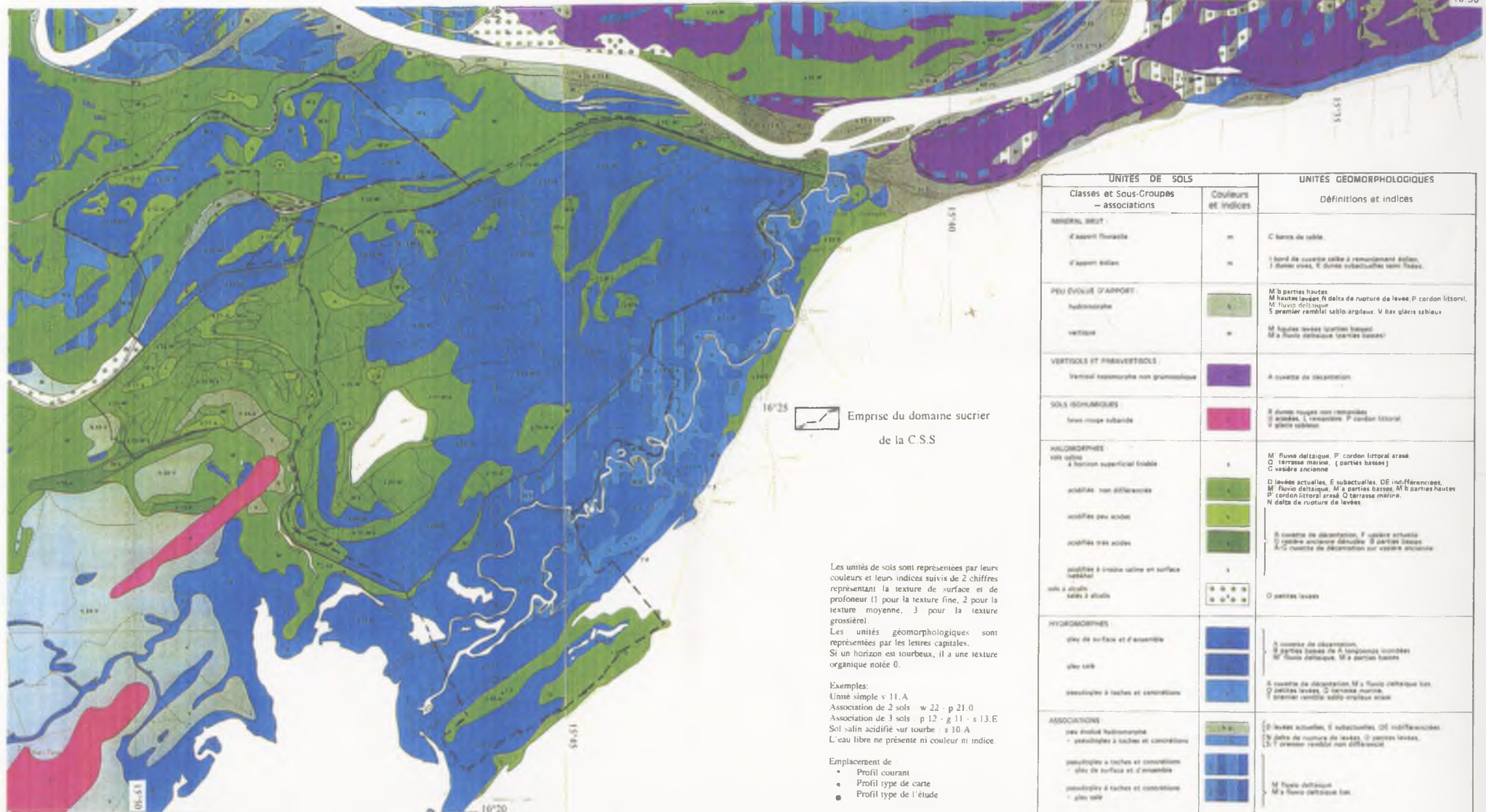
SEDAGRI, 1973. Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal, étude pédologique (texte) SEDAGRI Paris/FAO Rome, 252 p.



# CARTE DES SOLS DU COMPLEXE SUCRIER DE RICHARD-TOLL

d'après :  
Carte pédologique et géomorphologique de la vallée et du delta du Sénégal au 1/50 000.  
Doc. SEDAGRI-FAO, 1969.

Echelle: 1/50 000  
1 0 1 2 3 4 5 km



## ANNEXE 1 : CALENDRIER DE LA MISSION ET PERSONNES RENCONTREES

Mars 1995

Lundi 27 : Voyage MONTPELLIER-PARIS-DAKAR

Mardi 28 : - Matin : voyage par route à Richard-Toll  
 - Après-midi : accueil par Mr Alioune SENE, Chef du Service agronomie ; présentation de ses collaborateurs, du complexe agricole, des travaux du service dans le domaine des sols

Mercredi 29 : - Matin : visite du labo des sols, d'un chantier de sous-solage et de discage, de champs de canne sur sols salés-acides à Taouny II, de CAS sous pivomatique, du vignoble à raison de table  
 - Après-midi : tournée de terrain (préparation du sol à la plantation) et entretiens sur la cartographie hydropédologique et le suivi de la fertilité-salinité des sols

Jeudi 30 : - Matin : poursuite de collecte informations d'ordre (hydro) pédologique, entretien avec Mr CHAVANNE, directeur du complexe, puis tournée de terrain avec Mr WHITE, chef des cultures : sols à problèmes, chantier de planage, examen d'une fosse dans une parcelle prête à être sillonnée  
 - Après-midi : poursuite de la visite du terrain : chantier de récolte, irrigation canne vierge et repousses ...

Vendredi 21 : - Matin : poursuite de la visite de terrain, examen de plusieurs fosses dans F3  
 - Après-midi : collecte de données au bureau puis visite de terrain et du parc de matériel de travail du sol

Avril 1995

Samedi 1er : - Matin : tournée "termites" avec Prof. RENOUD de l'Université Paris VI, David MAMPOUYA thésard, et Mr BRUGE de Rhône Poulenc  
 - Fin d'après-midi : tournée autour de la cité avec MM. RENAUD et MAMPOUYA  
 - Soir : aspects "sol" de la thèse de Mr MAMPOUYA

Dimanche 2 : - Matin : visite de la carrière "aviation" puis voyage par route sur DAKAR  
 - dans la nuit : départ pour PARIS

Lundi 3 : - Matin : voyage PARIS-MONTPELLIER



## ANNEXE 2 : ORGANIGRAMME DU DÉPARTEMENT AGRICOLE DE LA CSS

### *L'AGRICULTURE*

- Chef des cultures : Mr WHITE
- Chef de la ferme mécanique (épandage boues, engrais, produits agropharmaceutiques) : Mr Ada SY
- Chef des fermes (F1 - F2 - F3)
- Chef du service agronomie : Mr Alioune SENE
- Chef des aménagements : Mr DIACK
  - . Service préparation du sol : Mr DIACK
  - . Service irrigation/drainage : Mr BEYE
- Chef du service récolte : Mr DIENG

### *LE SERVICE AGRONOMIE*

Chef de service : Alioune SENE

- Resp. irrigation (à la parcelle) : Amadou M'BODJ
- Resp. expérimentation agricole : Adoulaye N'DOUR
- Chef labo : Amadou N'DIAYE
- Thésard sur les termites en CAS et vignoble : David MAMPOUYA